

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-243407

(43)Date of publication of application : 11.09.1998

.....
(51)Int.Cl. H04N 9/07

.....
(21)Application number : 09-058568 (71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 27.02.1997 (72)Inventor : TSURUOKA TAKEO
TSUKIOKA TAKETO

.....
(54) IMAGE SIGNAL PROCESSOR AND IMAGE INPUT PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decode a missing color signal by extracting a color signal in a local area with a prescribed size that includes designated pixels and modifying and synthesizing the color signal with less color aberration based on a prescribed structural model and a prescribed evaluation function so as to generate a reference image based on the produced approximated reference image and the approximated reference image after smoothing.

SOLUTION: An area extract section 305 conducts image scanning under the control of a control section 320 to extract color signals in each color in existence in an area of a prescribed size around a specific pixel and transfers the extracted color signals to signal block buffers 306, 307, 308 respectively. Each of mean value.variance calculation sections 309, 310, 311 reads each color signal and calculates a mean value and a variance of each color signal. A signal modification section 313 modifies the variance

and the mean value of other color signals than the color signal providing a maximum variance so as to be equal to the variance and the mean value of the color signal providing the maximum variance as to each color signal which is transferred from an RGB switch section 317 and transfers the modified result to an object image generating section 314. A missing pixel decoding section 318 decodes a missing color signal and provides an output of the result.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 23.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel An extract means to extract the chrominance signal of the partial field

of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal, A chrominance-signal selection means to compute a predetermined parameter for every chrominance signal in the partial field extracted with this extract means, and to choose one chrominance signal based on this parameter, The deformation means which transforms a chrominance signal so that it may become the same as that of the parameter of the chrominance signal with which the above-mentioned parameter was chosen about chrominance signals other than the chrominance signal chosen with this chrominance-signal selection means, A candidate image generation means to compound two or more chrominance signals of each which deformed with this deformation means, and the chrominance signal chosen by the above-mentioned chrominance-signal selection means, and to generate two or more reference candidate images, A reference image selection means to choose one reference image from two or more reference candidate images generated with this candidate image generation means based on a predetermined performance index, The picture signal processor characterized by providing a restoration means to restore a missing chrominance signal, based on the reference image chosen with the above-mentioned reference image selection means.

[Claim 2] In the image input-process equipment which carries out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel The input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration, and image pick-up equipment with which the frequency of occurrence of a chrominance signal was adjusted based on this amount of chromatic aberration, In each chrominance signal in the partial field extracted with an extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the picture signal acquired from this input means, and this extract means An approximation reference image generation means to generate an approximation reference image by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration based on a predetermined structure model and a predetermined performance index, A smoothing means to graduate the approximation reference image generated with this approximation reference image generation means based on the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration, Image input-process equipment which generates a reference image based on the approximation reference image generated with the above-mentioned approximation reference image generation means, and the approximation reference image graduated

with the above-mentioned smoothing means, and is characterized by providing a restoration means to restore a missing chrominance signal.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a picture signal processor and image input-process equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The image input-process equipment using CCD of a veneer type cheap and lightweight in recent years has spread. In such image input-process equipment, in order to acquire the color information on a photographic subject from the image sensor of one sheet, the color filter is arranged in the shape of a mosaic on a light-receiving side.

[0003] As an example of a color filter, arrangement of the complementary color mosaic filter which consists of cyanogen (Cy) (Magenta Mg) yellow (Ye) Green (G) is shown in drawing 19 . In drawing 19 , the luminance signal corresponding to n lines of the even number field, and n+1 line Y_o and n, They are Y_o , n+1, and a color-difference signal Co , n, Co , and n+1 They are Y_e , n, Y_e , n+1, and a color-difference signal about the luminance signal corresponding to [carry out and] n lines of the odd number field, and n+1 line Ce , n, Ce , and n+1 These signals are shown by the degree type when it carries out.

[0004]

$$Y_{o,n} = Y_{o,n+1} = Y_{e,n} = Y_{e,n+1} = 2R + 3G + 2B \quad (1)$$

$$Co,n = Ce,n = 2R \cdot G \quad (2)$$

$$Co,n+1 = Ce,n+1 = 2B \cdot G \quad (3)$$

However, Cy, Mg, and Ye are shown by the degree type by Green (G) and red (R), and blue (B).

[0005]

$$Cy = G + B \quad (4)$$

$$Mg = R + B \quad (5)$$

$$Ye = R + G \quad (6)$$

(1) As shown in a formula, a luminance signal is generated in all Rhine of even number and the odd number field. On the other hand, as shown in (2) and (3) types, two color-difference signals are not generated at intervals of a line, but are compensated with the color-difference signal of Rhine which is missing with linear interpolation. Then, the three primary colors of R, G, and B can be obtained by performing matrix operation. By such approach, a color-difference signal has only one half of amount of information to a luminance signal, and the artifact called color moire to the edge section generates it. Although arranging the low pass filter which used the crystal filter in the front face of an image sensor is generally performed in order to reduce such color moire, the new problem that resolution falls by insertion of a low pass filter occurs.

[0006] Moreover, JP,04-62096,A and JP,05-056446,A are indicating the approach of amending a color-difference signal using the component of a luminance signal rather than perform simple interpolation only with a color-difference signal as mentioned above.

[0007] That is, according to JP,04-62096,A, although a luminance signal Y is created by linear interpolation, in the field with little change of a luminance signal Y, it compensated with linear interpolation and color-difference-signal C' recovered by transforming a luminance signal Y as shown in (7) types has been obtained in the large field of change about the color-difference signal C.

[0008]

$$C' = aY + b \quad (7)$$

a and b are constants here.

[0009] Moreover, at JP,05-056446,A, although a luminance signal Y is created by linear interpolation, it processes a luminance signal Y and a color-difference signal C with an electrical circuit-low pass filter about a color-difference signal C, and it is each low-frequency component Y_{low}. C_{low} It obtained and chrominance-signal C' by which lack was recovered using the following (8) types has been obtained.

[0010]

[Equation 1]

$$C' = Y \frac{C_{low}}{Y_{low}} \quad (8)$$

This is a low-frequency component Y_{low} about a luminance signal Y. C_{low} It is equivalent to making into chrominance-signal C' what was used and amended.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the color-difference signal

is compensated with the above-mentioned conventional technique for the luminance signal by linear interpolation based on linear interpolation or a luminance signal when CCD of a veneer type is used, a luminance signal is 1/2 at the time of essentially using 3 plate type CCD, and cannot restore a missing chrominance signal with high precision by such approach.

[0012] Moreover, with the above-mentioned conventional technique, when the cheap optical lens system from which chromatic aberration in which a specific chrominance signal deteriorates by such approach produces a luminance signal although the color-difference signal is compensated with linear interpolation based on linear interpolation or a luminance signal is used, a missing chrominance signal cannot be restored with high precision.

[0013] This invention is made paying attention to such a technical problem, and the place made into the purpose is to offer the picture signal processor which can restore a missing chrominance signal with high precision.

[0014] Moreover, other purposes of this invention are to offer the image input-process equipment which can restore the chrominance signal which is missing even when a cheap optical lens system is used with high precision.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the picture signal processor concerning the 1st invention In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal, A chrominance-signal selection means to compute a predetermined parameter for every chrominance signal in the partial field extracted with this extract means, and to choose one chrominance signal based on this parameter, The deformation means which transforms a chrominance signal so that it may become the same as that of the parameter of the chrominance signal with which the above-mentioned parameter was chosen about chrominance signals other than the chrominance signal chosen with this chrominance-signal selection means, A candidate image generation means to compound two or more chrominance signals of each which deformed with this deformation means, and the chrominance signal chosen by the above-mentioned chrominance-signal selection means, and to generate two or more reference candidate images, From two or more reference candidate images generated with this candidate image generation

means, a reference image selection means to choose one reference image based on a predetermined performance index, and a restoration means to restore the chrominance signal which is missing based on the reference image chosen with the above-mentioned reference image selection means are provided.

[0016] Moreover, the image input-process equipment concerning the 2nd invention In the image input-process equipment which carries out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel The input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration in the above-mentioned image input-process equipment, and image pick-up equipment which adjusted the frequency of occurrence of a chrominance signal based on the amount of chromatic aberration, In each chrominance signal in the partial field extracted with an extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the pixel as which it was specified in the picture signal acquired from this input means, and this extract means An approximation reference image generation means to generate an approximation reference image by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration based on a predetermined structure model and a predetermined performance index, A smoothing means to graduate the approximation reference image generated with this approximation reference image generation means based on the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration, A reference image is generated based on the approximation reference image generated with the above-mentioned approximation reference image generation means, and the approximation reference image graduated with the above-mentioned smoothing means, and a restoration means to restore a missing chrominance signal is provided.

[0017] That is, the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and in processing the picture signal with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel, the picture signal processor concerning the 1st invention extracts the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal first. Next, a predetermined parameter is computed for every chrominance signal in the extracted partial field, and one chrominance signal is chosen based on this parameter. Next, a chrominance signal is transformed so that it may become the same as that of the parameter of the chrominance signal with which the above-mentioned parameter was chosen about chrominance signals other than the

selected chrominance signal. Next, two or more chrominance signals of each which deformed, and the selected chrominance signal are compounded, and two or more reference candidate images are generated. And from two or more of these generated reference candidate images, one reference image is chosen based on a predetermined performance index, and a missing chrominance signal is restored based on the selected reference image.

[0018] Moreover, the image input-process equipment concerning the 2nd invention In carrying out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel First, the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the pixel as which it was specified in the picture signal acquired from this input means is extracted using the input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration in the above-mentioned image input-process equipment, and image pick-up equipment which adjusted the frequency of occurrence of a chrominance signal based on the amount of chromatic aberration. Next, an approximation reference image is generated by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration in each chrominance signal in the extracted partial field based on a predetermined structure model and a predetermined performance index. Next, this generated approximation reference image is graduated based on the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration. And a reference image is generated based on the generated approximation reference image and the graduated approximation reference image, and a missing chrominance signal is restored.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Below, with reference to a drawing, the operation gestalt of this invention is explained at a detail. First, the 1st operation gestalt is explained. Drawing 1 is the functional block diagram of the picture signal processor concerning the 1st operation gestalt, and explains the connection relation of each function below.

[0020] In drawing 1, it connects with the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for G signals, and the buffer 104 for B signals, and the input section 101 is further connected to the block buffer 106 for R signals, the block buffer 107 for G signals, and the block buffer 108 for B signals through the field extract section 105, respectively. The block buffer 107 for G signals is connected to the distributed calculation section 110, the RGB change-over section 113, and the signal transformation section 151, and the block buffer 108 for B signals is connected to the distributed calculation section 109, the RGB

change-over section 113, and the signal transformation section 151 for the block buffer 106 for R signals at the distributed calculation section 111, the RGB change-over section 113, and the signal transformation section 151. The distributed calculation sections 109, 110, and 111 are connected to the signal transformation section 151 through the maximum distribution decision section 150.

[0021] This signal transformation section 151 is connected to the lack pixel restoration section 116 through the buffer 112 for reference images. The RGB change-over section 113 is connected to the output section 117 through the edge on-the-strength calculation section 114, the linear interpolation section 115, or the lack pixel restoration section 116. Moreover, the control section 118 is connected to the input section 101, the field extract section 105, the distributed calculation sections 109, 110, and 111, the signal transformation section 151, the RGB change-over section 113, the edge on-the-strength calculation section 114, the lack pixel restoration section 116, and the output section 117.

[0022] Drawing 2 is drawing showing the above-mentioned concrete configuration of the signal transformation section 151, and the block buffer 106 for R signals, the block buffer 107 for G signals, the block buffer 108 for B signals, the maximum distribution decision section 150, selection section 151A that receives the signal from a control section 118, gain bias calculation section 151B, and operation part 151C are connected in order.

[0023] In addition, a part of each above-mentioned function consists of hardware, the output section 117 is constituted by the magnetic disk and a control section 118 is constituted for the input section 101 from this operation gestalt by the veneer type CCD with a microcomputer.

[0024] Drawing 3 is drawing showing the concrete configuration of the input section 101. It is arranged so that a lens system 201, a low pass filter 202, and CCD203 of a veneer type can picturize a photographic subject. CCD203 is CCD with filter arrangement of a primary color mold which is described below, and is connected to the matrix circuit 209 through A/D converter 204, the color separation circuit 205, and the process circuits 206, 207, and 208. The output of this matrix circuit 209 is connected to the buffers 102, 103, and 104 for RGB3 signals. Moreover, the CCD drive circuit 211 which drives CCD203 based on the clock generated by the clock generator 210 is connected to CCD203.

[0025] Drawing 4 is drawing showing the concrete configuration of the filter arrangement in CCD203 of drawing 3. Here, it is filled up with all the pixels on CCD by constituting repetitively basic arrangement of 3x3 size as shown in drawing 4 (a) repeatedly, as shown in drawing 3 (b). With this operation gestalt, the frequency of occurrence of RGB3 signal is set up so that it may become the equal ratio of 1:1:1.

[0026] An operation of a configuration of being shown in drawing 1 described above below is explained with reference to the flow chart of drawing 5.

[0027] In drawing 1, RGB3 signal for one frame is read through the input section 101 based on control of a control section 118, and is transmitted to the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for G signals, and the buffer 104 for B signals (step S1). Next, the field extract section 105 scans an image based on control of a control section 118 (step S2). From each chrominance signal for one frame in each buffer 102,103,104 for chrominance signals The chrominance signal which exists in the rectangle field of the predetermined size centering on a certain specific pixel, for example, the field of 5x5 size, is extracted (step S3), and it transmits to the block buffer 106 for R signals, the block buffer 107 for G signals, and the block buffer 108 for B signals, respectively. The RGB change-over section 113 is beginning to read the chrominance signal of the rectangle field in each block buffer 106,107,108 one by one based on control of a control section 118, and transmits it to the edge on-the-strength calculation section 114. On the radical of control of a control section 118, the edge on-the-strength calculation section 114 computes the edge reinforcement based on Laplacian from all chrominance signals (step S4), it judges whether edge reinforcement is larger than a predetermined threshold (for example, let 8 be a threshold when a signal is the 8-bit precision of 0-255) (step S5), in YES, the lack pixel restoration section 116 is chosen, and, in NO, the linear interpolation section 115 is chosen.

[0028] And when the linear interpolation section 115 is chosen, a lack pixel is restored by the well-known linear interpolation approach, and it outputs to the exterior from the output section 117 (steps S16 and S17). Moreover, when the lack pixel restoration section 116 is chosen, processing shifts to the distributed calculation sections 109, 110, and 111 through a control section 118. Namely, the distributed calculation sections 109, 110, and 111 compute distribution of each chrominance signal based on control of a control section 118 by reading each chrominance signal of each block buffers 106 and 107 and the rectangle field in 108. Next, the maximum distribution decision section 150 determines the chrominance signal which has the greatest distribution among each computed distribution (step S6).

[0029] Selection section 151A (drawing 2) of the signal transformation section 151 chooses one of each chrominance signals of the rectangle field in each block buffer 106,107,108 based on control of a control section 118 by whether it is the signal with which the chrominance signal from the maximum distribution decision section 150 has the maximum distribution (step S7). That is, the chrominance signal corresponding to the maximum distribution is outputted to the buffer 112 for reference images among

each chrominance signal of the rectangle field in each block buffer 106,107,108, without deforming. About what is not the chrominance signal of the maximum distribution, it is outputted to gain bias calculation section 151B. Gain bias calculation section 151B is gain α_i about the inputted chrominance signal. Bias $\beta_{i\alpha}$ It computes (step S8) and outputs to operation part 151C with the chrominance signal I concerned. Operation part 151C is computed gain α_i . Bias $\beta_{i\alpha}$ It uses, the chrominance signal concerned is transformed and it outputs to the reference image buffer 112 (step S9). A reference image is generated by integrating the chrominance signal without deformation corresponding to the maximum distribution, and the transformed chrominance signal in the reference image buffer 112 (step S10).

[0030] The lack pixel restoration section 116 judges whether it is the chrominance signal which reads a reference image from the reference image buffer 112, and has the maximum distribution (step S11), and, in YES, transmits this reference image to the output section 117. Moreover, the case of NO compares a reference image with the chrominance signal of the rectangle field in each block buffer 106,107,108 for every color in the buffer 112 for reference images, it transforms a reference image so that each chrominance signal may be suited (step S12), and it is transmitted to the output section 117. A reference image without deformation and the transformed reference image are integrated by this at the output section 117 (step S13). The output section 117 outputs the integrated reference image to the exterior as a chrominance signal with which lack was restored (step S14).

[0031] Thus, all lack to (step S15) and the image for one frame is restored by scanning and processing each buffers 102 and 103 for signals, and all the images in 104 so that a rectangle block may not overlap the above-mentioned processing.

[0032] Below, how to generate the above-mentioned reference image is explained with reference to drawing 6 (a) - (j). With this operation gestalt, a reference image is generated using the so-called color edge model. In a partial field, each chrominance signal shares the same edge structure between a color edge model. It is checked that such a model is materialized in many images which exist in a nature. Therefore, if such a model is assumed, the signal of the same configuration will be acquired by adjusting the gain (α) and bias (β) of each chrominance signal defined below.

[0033] Drawing 6 (a), (b), and (c) are drawings showing the gain $\alpha_i = \text{maximum} - \text{minimum value}$ and the bias $\beta_{i\alpha} = \text{minimum value}$ ($i=r, g, b$) with the configuration of the subject-copy image in each chrominance signal of R, G, and B, respectively. Supposing it is picturized by CCD of the filter arrangement these subject-copy images are indicated to be to drawing 6 (d), the chrominance signal

acquired will serve as distribution as shown in drawing 6 (e), (f), and (g), respectively. Then, gain α_i of each chrominance signal of drawing 6 (e), (f), and (g) and bias β_i Two or more edge structure distribution which is to a base as shown in drawing 6 (h), (i), and (j) by adjusting and compounding is acquired. In this case, about the chrominance signal which has the maximum distribution as described above, they are gain α_i and bias β_i . It does not adjust but is gain α_i only about the other chrominance signal. Bias β_i It adjusts.

[0034] Next, it is chosen one in two or more edge structure distribution, using a pattern with the highest localization as a reference image. For decision of localization, edge reinforcement is computed using a predetermined approach, for example, Laplacian, and this edge reinforcement chooses the minimum thing. The reference image expresses the edge structure compounded without conflict from each chrominance signal, and it is thought that the edge structure of a subject-copy image is reflected. Therefore, it is gain α_i of each chrominance signal about the gain and bias of this reference image. Bias β_i The chrominance signal with which lack was recovered can be acquired by transforming a least square error as a norm so that it may be made in agreement.

[0035] They are gain α_i and bias β_i analytically so that one reference image may not be here chosen after forming much edge structures beforehand, but a performance index like Laplacian may be defined in consideration of the effectiveness of selection and edge reinforcement may serve as min. It computes. Moreover, gain α_i of all chrominance signals Bias β_i To ask is not necessarily required and count can be simplified by making it double with any one chrominance signal. For example, about the chrominance signal with which distribution serves as max, it does not deform so that it may mention later, but about the other chrominance signal, it deforms so that the edge structure where localization is the highest may be acquired combining the chrominance signal with which distribution serves as max.

[0036] Below, the example which doubles R and B signal with G signal is explained by making Laplacian into a performance index.

[0037] They are α_R and α_B about the gain of R and B signal. It carries out and they are β_R and β_B about bias. It carries out. They are the 1-dimensional vector f_R , f_G , and f_B about the pixel value of R and G which are contained to a partial field, and B signal. They are Vector m_R , m_G , and m_B about the mask in which it expresses and the lack situation of a pixel is shown. It expresses. A mask shall take the element of 0, when a pixel exists and it does not exist 1. Then, the reference image ϕ is [0038].

[Equation 2]

$$\Phi = (\alpha_r f_r + \beta_r) m_r + f_g m_g + (\alpha_b f_b + \beta_b) m_b$$

$$= [f_r, m_r, f_b, m_b] \begin{bmatrix} \alpha_r \\ \beta_r \\ \alpha_b \\ \beta_b \end{bmatrix} + f_g m_g = Mv + C \quad (9)$$

It is come out and shown. Here, it is Laplacian delta 2 to the reference image phi. It gives. $\Delta^2 \phi = |\Delta^2| (Mv + C)$ (10)

It considers minimizing. then, $v = [\alpha_r, \beta_r, \alpha_b, \beta_b]^T$ $v = (\Delta^2 M)^{-1} (-\Delta^2 C)$ (11)

It is computable to a next door and a meaning. Namely, R to G signal, gain alphas of B signal, and alphas Bias betas and betas It can be found.

[0039] Here, since M does not become a square matrix, it needs to compute the false inverse matrix based on a singular value decomposition. Moreover, although (11) types are examples which double R and B signal with G signal, other combination is computable similarly.

[0040] Drawing 7 is drawing showing the process in which a lack pixel is restored based on the above-mentioned color edge model. In the following explanation, the rectangle field of 5x5 size is used. The subject-copy image shown in drawing 7 (a) responds to filter arrangement of CCD203 (input section 101) as been some images of the saddle section of a bicycle and shown in drawing 7 (b). Drawing 7 (c), It goes via the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for G signals, the buffer 104 for B signals, and the field extract section 105 as a chrominance signal with the lack shown in (d) and (e), respectively. It is transmitted to the block buffer 106 for R signals, the block buffer 107 for G signals, and the block buffer 108 for B signals, respectively.

[0041] As the chrominance signal with these lack was described above, distribution is computed for every chrominance signal by being read by the distributed calculation sections 109, 110, and 111. And the signal of others [base / on the chrominance signal with which distribution serves as max in 3 signals of R, G, and B] is doubled (the maximum distribution decision section 150, signal transformation section 151). Here, it asks for the gain and bias of R and B signal as that from which distribution of G signal becomes max. Drawing 7 (f) and (h) are gain alphas computed according to the above-mentioned (11) types, and alphas. Bias betas and betas R and B signal which deformed are shown and (g) shows G signal as it is.

[0042] The reference image phi as shown in drawing 7 (i) in integrating the image of

these drawing 7 (f), (g), and (h) is obtained (buffer 112 for reference images). This reference image phi is the highest image of localization, if edge reinforcement for which it asked by Laplacian is made into a decision criterion. On the other hand, the RGB change-over section 113 is beginning to read each block buffers 106 and 107 for signals, and a chrominance signal (drawing 7 (c), (d), (e)) with lack in 108 one by one, computes edge reinforcement in the edge on-the-strength calculation section 114, and when this is larger than a predetermined threshold, it transmits a chrominance signal with lack to the lack pixel restoration section 116. When smaller than a predetermined threshold, it is sent to the linear interpolation section 115, and linear interpolation reverts. On the other hand, the lack pixel restoration section 116 asks for the gain and bias of the above-mentioned reference image phi from the buffer 112 for reference images, and is made in agreement with the gain and bias of a chrominance signal with the lack to which this was transmitted. With this operation gestalt, since the reference image phi is generated according to G signal, about G signal, the gain and bias of the reference image phi are in agreement. For this reason, the above-mentioned actuation is performed only about R and B signal. The signal acquired by this turns into a signal with which lack as shown in drawing 7 (j), (k), and (l) was restored. In integrating these in the output section 117, the restored color picture which is shown in drawing 7 (m) is obtained.

[0043] Since a reference image is created by combining evaluation of the localization based on a color edge model and Laplacian with all the chrominance signals in the partial field judged to be the edge section in the 1st operation gestalt as described above, and the lack signal was restored from this reference image, in the conventional linear interpolation, the difficult high frequency component can be recovered and a high definition restoration image can be obtained by this. Moreover, when not judged as the edge section, since it is processed by the usual linear interpolation, it can process at a high speed. Moreover, since the frequency of occurrence of RGB3 signal uses equal filter arrangement, imbalance a color-difference signal deteriorates as compared with the conventional luminance signal does not occur, but a high definition restoration image is obtained.

[0044] In addition, although size of a partial field is set to 5x5 with the above-mentioned operation gestalt, it does not need to be limited to this, and a free setup is possible. Moreover, although it is processing so that the above-mentioned partial field may not overlap, the thing to which the processing time does not become a problem and which it will process so that it may overlap at intervals of 1 pixel if it becomes, and is done for the averaging of the processing result is also possible. In this case, the error of the color

edge model by a noise etc. can be reduced. Moreover, although Laplacian is used for evaluation of localization, it does not need to be limited to this. For example, the same effectiveness can be acquired even if it uses energy, entropy, correlation, or partial uniformity computed from a concentration coincidence matrix. Furthermore, filter arrangement does not need to be limited to the arrangement shown in drawing 4, either, and a free setup is possible for it. About the filter arrangement which raised the frequency of occurrence of a luminance signal as usual, although an improvement effect falls a little, it can be processed similarly.

[0045] Drawing 8 is the functional block diagram of the picture signal processor concerning the 2nd operation gestalt of this invention, and explains the connection relation of each function below.

[0046] In drawing 8, the input section 301 is connected to the buffer 302 for R signals, the buffer 303 for G signals, and the buffer 304 for B signals, and each buffers 302, 303, and 304 for chrominance signals are connected to the block buffer 306 for R signals, the block buffer 307 for G signals, and the block buffer 308 for B signals through the field extract section 305, respectively. The block buffer 306 for R signals is connected to the mean-dispersion calculation section 309 for R signals, and the RGB change-over section 317, the block buffer 307 for G signals is connected to the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, and the RGB change-over section 317, and the block buffer 308 for B signals is connected to the mean-dispersion calculation section 311 for B signals, and the RGB change-over section 317.

[0047] The mean-dispersion calculation section 309 for R signals, the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, and the mean-dispersion calculation section 311 for B signals are connected to the maximum distribution signal selection section 312. The maximum distribution signal selection section 312 and the RGB change-over section 317 are connected to the buffer 315 for candidate images through the signal transformation section 313 and the candidate image generation section 314. The RGB change-over section 317 is connected also to the lack pixel restoration section 318 again. The buffer 315 for candidate images is connected to the reference image selection section 316 and the lack pixel restoration section 318, and the reference image selection section 316 is connected to the lack pixel restoration section 318. The lack pixel restoration section 318 is connected to the output section 319.

[0048] Moreover, the control section 320 is connected to the input section 301, the field extract section 305, the mean-dispersion calculation section 309 for R signals, the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, the mean-dispersion calculation section 311 for B signals, the maximum distribution signal selection section 312, the

candidate image generation section 314, the reference image selection section 316, the RGB change-over section 317, the lack pixel restoration section 318, and the output section 319.

[0049] In addition, a part of each above-mentioned function consists of hardware, the output section 319 is constituted by the magnetic disk and a control section 320 is constituted for the input section 301 from this operation gestalt by the 2 plate type CCD with a microcomputer.

[0050] Drawing 9 is drawing showing an example of the concrete configuration of the input section 301 shown in drawing 8. In drawing 9, a lens system 401, the low pass filter 402 for G signals, the objects CCD404 and R for G signals and the low pass filter 403 for B signals, R, and CCD405 for B signals are arranged possible [photography of a photographic subject]. CCD404 for G signals is connected to the buffer 303 for G signals through A/D converter 406. Moreover, R and CCD405 for B signals are connected to the buffer 302 for R signals, and the buffer 304 for B signals through A/D converter 407 and the R/B separation circuit 408. It connects with the CCD drive circuit 410 for G signals, and R and the CCD drive circuit 411 for B signals, respectively, and, in the CCD drive circuit 410 for G signals, and R and the CCD drive circuit 411 for B signals, the objects CCD404 and R for G signals and CCD405 for B signals drive respectively the objects CCD404 and R for G signals, and CCD405 for B signals based on the clock from a clock generator 409.

[0051] An operation of a configuration of being shown in drawing 8 described above below is explained with reference to the flow chart of drawing 10.

[0052] First, RGB3 signal for one frame is read through the input section 301 by control of a control section 320, and is transmitted to the buffer 302 for R signals, the buffer 303 for G signals, and the buffer 304 for B signals (step S21). Next, the field extract section 305 scans an image based on control of a control section 320 (step S22), extracts the signal which exists in the rectangle field of the predetermined size centering on a certain specific pixel, for example, the field of 15x15 size, (step S23), and transmits it to the block buffer 306 for R signals, the block buffer 307 for G signals, and the block buffer 308 for B signals, respectively. The mean-dispersion calculation section 309 for R signals, the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, and the mean-dispersion calculation section 311 for B signals compute an average and distribution of each chrominance signal based on control of a control section 320 by reading the chrominance signal of the rectangle field in each block buffer 306,307,308 for signals.

[0053] The maximum distribution signal selection section 312 chooses the average

computed in each mean-dispersion calculation section 309,310,311 based on control of a control section 320, and the chrominance signal which has the greatest distribution among 3 chrominance signals among distributions, and transmits it to the signal transformation section 313 (step S24). Moreover, based on control of a control section 320, the RGB change-over section 317 reads the chrominance signal of each block buffers 306 and 307 for signals, and the rectangle field in 308 in order, and outputs it to the signal transformation section 313. The signal transformation section 313 judges whether it is the chrominance signal which gives the maximum distribution about each chrominance signal transmitted from the RGB change-over section 317 (step S25), it deforms distribution of chrominance signals other than the chrominance signal which gives the maximum distribution, and an average so that it may become equal to the average of the chrominance signal which gives the maximum distribution, and distribution (step S26), and it carries out the sequential transfer of this at the candidate image generation section 314. Here, it transmits to the candidate image generation section 314 as it is, without deforming about the chrominance signal which gives the maximum distribution.

[0054] The candidate image generation section 314 generates two or more reference candidate images by combining the chrominance signal by which the plurality transmitted from the signal transformation section 313 was transformed (step S27), and transmits these to the buffer 315 for candidate images. After a transfer of all combination is completed, based on control of a control section 320, edge reinforcement is the smallest, namely, the reference image selection section 316 chooses the reference candidate image which was most excellent in localization as a reference image (step S28), and sends a selection result to the lack pixel restoration section 318. The lack pixel restoration section 318 reads the reference image corresponding to the selection result from the reference image selection section 316 from the buffer 315 for candidate images. The lack pixel restoration section 318 is based on control of a control section 320 after termination of this read-out. Each chrominance signal in the block buffer 306 for R signals read in order by the RGB change-over section 317, the block buffer 307 for G signals, and the block buffer 308 for B signals is received. The reference image read from the buffer 315 for candidate images like the above-mentioned 1st operation gestalt is transformed so that each chrominance signal may be suited, and it transmits to the output section 319 (step S29). The output section 319 integrates this reference image that deformed (step S30), and outputs it outside as a chrominance signal with which lack of each chrominance signal was restored (step S31).

[0055] Thus, all lack to (step S32) and the image for one frame is restored by scanning

and processing each buffers 302 and 303 for signals, and all the images in 304 so that a rectangle block may not overlap the above-mentioned processing.

[0056] In addition, when the 2 plate type CCD is used like this operation gestalt, it can be regarded as that from which the signal which is related with G signals and does not have lack is acquired. Therefore, in the field in which G signal fully exists, even if it does not use a color edge model, a reference image can be obtained. On the other hand, in the field where the saturation of red or blue is high, the level of G signal is low and it is easy to be influenced by the noise. In such a case, it is lacking in dependability to obtain a reference image from G signal and to restore lack of R and B signal, and it is difficult to obtain a highly precise playback image.

[0057] For this reason, in the mean-dispersion calculation section 309 for R signals, the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, and the mean-dispersion calculation section 311 for B signals, distribution is computed about each of three chrominance signals, R, G, and B, and he chooses the chrominance signal which gives the greatest distribution in the maximum distribution signal selection section 312, and is trying to apply a color edge model based on the chrominance signal which gives this greatest distribution with this operation gestalt. In the case of other chrominance signals, although the case where the chrominance signal which gives the greatest distribution is an R signal is assumed hereafter, it can process similarly.

[0058] The signal transformation section 313 is G, distributed sigmag of B signal, and sigmab. Average AVg and AVb Distributed sigmar of R signal Average AVr Gain alphag for making it in agreement, and alphab Bias betag and betab It computes using the following formulas.

[0059]

[Equation 3]

$$\alpha_g = \pm \sqrt{\frac{\sigma_g^2}{\sigma_r^2}} \cdot \beta_g = AV_g (1 - \alpha_g) \quad (12)$$

$$\alpha_b = \pm \sqrt{\frac{\sigma_g^2}{\sigma_b^2}} \cdot \beta_b = AV_b (1 - \alpha_b) \quad (13)$$

as shown in (12) and (13) types, as for the solution of the gain about one chrominance signal, and bias, signs differ -- 2 sets is computed at a time and 4 sets of combination occurs by G and B signal. At the candidate image generation section 314, they are R

signal, and above-mentioned gain α_{phg} and α_{phb} . Bias β_{tag} and β_{tab} Combining every 2 sets of G and B signal which deformed, 4 sets of reference candidate images are generated, and this is transmitted to the buffer 315 for candidate images. The reference image selection section 316 chooses the reference candidate image which whose edge reinforcement is the smallest among the above-mentioned reference candidate images, namely, was most excellent in localization with Laplacian as a reference image. This selection result is transmitted to the lack pixel restoration section 318, and a lack pixel is restored by the same approach as the 1st operation gestalt.

[0060] A small number of reference candidate image is generated by doubling distribution and an average of other chrominance signals based on the chrominance signal which gives the greatest distribution among the chrominance signals inputted in the 2nd operation gestalt, as described above. Since a reference image is chosen from evaluation of the localization based on Laplacian and the lack signal was restored, in the conventional linear interpolation, the impossible high frequency component can be recovered and a high definition restoration image can be obtained by this. Moreover, there is little computational complexity for doubling distribution and an average in this case, and it can be processed at a high speed.

[0061] In addition, although the 2 plate type CCD is used with this operation gestalt, it is applicable as it is also to the veneer type CCD, for example, the input section using filter arrangement of a BEIYA mold. Moreover, although distribution and an average are used as a parameter for deformation, it does not need to be limited to this. For example, equivalent effectiveness can be acquired even if it uses maximum, the minimum value, etc.

[0062] Drawing 11 is the functional block diagram of the picture signal processor concerning the 3rd operation gestalt of this invention, and explains the connection relation of each function below.

[0063] In drawing 11, the input section 501 is connected to the buffer 502 for R signals, the buffer 503 for G signals, and the buffer 504 for B signals, and each buffers 502, 503, and 504 for chrominance signals are connected to the block buffer 506 for R signals, the block buffer 507 for G signals, and the block buffer 508 for B signals through the field extract section 505, respectively. The block buffer 506 for R signals is connected to the maximum minimum calculation section 509 for R signals, and the RGB change-over section 513, the block buffer 507 for G signals is connected to the maximum minimum calculation section 510 for G signals, and the RGB change-over section 513, and the block buffer 508 for B signals is connected to the maximum minimum calculation section 511 for B signals, and the RGB change-over section 513.

[0064] Each maximum minimum calculation sections 509, 510, and 511 for signals are connected to the maximum range signal selection section 512. The maximum range signal selection section 512 is connected to the processing change-over section 514 and the signal transformation section 517. The RGB change-over section 513 is connected to the processing change-over section 514. The processing change-over section 514 is connected to the linear interpolation section 515, the lack pixel restoration section 516, and the signal transformation section 517. The linear interpolation section 515 is connected to the output section 523. The signal transformation section 517 is connected to the buffer 519 for candidate images through the candidate image generation section 518. The buffer 519 for candidate images is connected to the reference image selection section 520 and the lack pixel restoration section 516, and the reference image selection section 520 is connected to the lack pixel restoration section 516. The lack pixel restoration section 516 is connected to the luminance-signal generation section 522 and the output section 523 through the convergence test section 521. The luminance-signal generation section 522 is connected to the lack pixel restoration section 516.

[0065] Moreover, the control section 524 is connected to the input section 501, the field extract section 505, the maximum minimum calculation section 509 for R signals, the maximum minimum calculation section 510 for G signals, the maximum minimum calculation section 511 for B signals, the maximum range signal selection section 512, the RGB change-over section 513, the processing change-over section 514, the lack pixel restoration section 516, the candidate image generation section 518, the reference image selection section 520, and the output section 523.

[0066] In addition, a part of each above-mentioned function consists of hardware, the output section 523 is constituted by the magnetic disk and a control section 524 is constituted for the input section 501 from this operation gestalt by the veneer type CCD (refer to drawing 3) with a microcomputer.

[0067] Drawing 12 (a) and (b) are drawings showing the concrete configuration of the filter arrangement in the input section 501. As for the frequency of each chrominance signal, it is [the restoration by the color edge model] desirable for it to be uniform and to be arranged at random in order to create a reference image using a total input signal. However, if all pixels are arranged at random, it will be necessary to record arrangement information and is complicated.

[0068] For this reason, as the 1st operation gestalt showed, it is possible to repeat the configuration of a basic rectangle field and to arrange a filter. the basic rectangle field at this time -- being related -- when the total of the chrominance signal used is made to j and k is made into two or more integers, the frequency of occurrence of each

chrominance signal in $j \times j$ size and a rectangle field uses the filter arrangement with which the frequency of occurrence of each chrominance signal fills constraint of under or more $2j$ in equal and a level perpendicular direction.

[0069] Although drawing 12 (a) shows an example of basic arrangement of 6×6 size about RGB3 signal, randomizing the inside of a rectangle field in false using this concentric circular pattern, as shown in drawing 12 (b) is also considered. First, the circle of the radius r consisting mainly of the location (dx, dy) of the arbitration of a rectangle field, $0 \leq dx \leq j$, and $0 \leq dy \leq j$ is considered, and the radius r in case the locus of this circle intersects an integer coordinate is searched for. This radius r is integerized and the division of the total of a chrominance signal is done by j . The division of the case of RGB3 signal will be done by 3, and remainder becomes three kinds, 0, 1, and 2. By applying each chrominance signal to this remainder, if it becomes zero, for example, a false random pattern will be obtained by R and assuming that it is B signal, if it becomes one and will be G and 2.

[0070] An operation of a configuration of being shown in drawing 11 described above below is explained with reference to the flow chart of drawing 13.

[0071] In drawing 13, RGB3 signal for one frame is read into the radical of control of a control section 524 through the input section 501, and is transmitted to the buffer 502 for R signals, the buffer 503 for G signals, and the buffer 504 for B signals (step S41). Next, the field extract section 505 scans an image based on control of a control section 524 (step S42). From each chrominance signal for one frame in each buffer 502, 503, 504 for chrominance signals The signal which exists in the rectangle field of the predetermined size centering on a certain specific pixel, for example, the field of 5×5 size, is extracted (step S43), and it transmits to the block buffer 506 for R signals, the block buffer 507 for G signals, and the block buffer 508 for B signals, respectively. The chrominance signal of the rectangle field in each block buffer 506, 507, 508 is transmitted to the processing change-over section 514 one by one based on the change-over control by the RGB change-over section 513. Moreover, it is transmitted to this and coincidence at the maximum minimum calculation section 509 for R signals, the maximum minimum calculation section 510 for G signals, and the maximum minimum calculation section 511 for B signals. A control section 524 controls actuation of the processing change-over section 514 until processing in each maximum minimum calculation sections 509, 510, and 511 and the maximum range signal selection section 512 is completed. The max of each signal and the minimum value are computed in each maximum minimum calculation sections 509, 510, and 511 (step S44), and it is transmitted to the maximum range signal selection section 512. In the maximum range

signal selection section 512, it asks for a range from the difference between maximum and the minimum value, the signal which has the greatest range in 3 signals is chosen (step S45), and it is transmitted to the processing change-over section 514 and the signal transformation section 517.

[0072] In the processing change-over section 514, based on control of a control section 524, after the processing result in the maximum range signal selection section 512 is transmitted, actuation is started. Here, it judges whether the range of the signal which has the greatest range of the maximum range signal selection section 512 is larger than a predetermined threshold (they are values, such as 32, when a signal is the 10-bit precision of 0-1023) (step S46), and the lack pixel restoration section 516 is chosen, in NO, in YES, it is judged as a flat field, and it chooses the linear interpolation section 515.

[0073] When the linear interpolation section 515 is chosen, well-known linear interpolation restores the lack pixel of each chrominance signal, and it outputs to the output section 523 (steps S58 and S59). Moreover, when the lack pixel restoration section 516 is chosen, based on control of a control section 524, it shifts to processing of the signal transformation section 517. In the signal transformation section 517, it judges whether it is the signal which gives a maximum range about each chrominance signal transmitted from the processing change-over section 514 (step S47), and in NO, the range of this signal is transformed so that it may become equal to the range of the signal which gives a maximum range (step S48), and it carries out the sequential transfer of this at the candidate image generation section 518. In addition, in the case of the signal which gives a maximum range, it is transmitted to the candidate image generation section 518 as it is, without deforming.

[0074] In the candidate image generation section 518, the buffer 519 for candidate images, and the reference image selection section 520, by the same approach as the above-mentioned 2nd operation gestalt, two or more candidate images are generated (step S49), a reference image is chosen based on the edge reinforcement, and it transmits to the lack pixel restoration section 516 (step S50). The lack pixel restoration section 516 restores and integrates the chrominance signal which was missing by transforming a reference image so that each chrominance signal may be suited (steps S51 and S52).

[0075] The convergence test section 521 judges whether it is first-time processing (step S53), and when it is first-time processing, it transmits the restored chrominance signal to the luminance-signal generation section 522 unconditionally. The luminance-signal generation section 522 generates a luminance signal Y using the following formulas

from RGB3 signal.

[0076]

$$Y=0.299R+0.587G+0.114B \quad (14)$$

(14) Since the luminance signal Y acquired by the formula is compounded from RGB3 signal, it turns into a signal which dispersion between 3 signals was controlled and was localized more. The luminance-signal generation section 522 is transmitted to the lack pixel restoration section 516 by using this luminance signal Y as a new reference image (step S57). The lack pixel restoration section 516 performs restoration processing for the second time, and transmits the result to the convergence test section 521. The convergence test section 521 asks for total of the square of the absolute value of the difference of the chrominance signal restored last time about processing of the 2nd henceforth, and the chrominance signal restored this time, and it repeats the above-mentioned processing until this total becomes below a predetermined threshold (step S54). Although a threshold changes with sizes of the rectangle field to be used, when it converts into per pixel, about ten value is used for it here. When it becomes below a threshold, it is judged as that which processing converged, and the restored chrominance signal is transmitted to the output section 523 (step S55).

[0077] Thus, all lack to (step S56) and the image for one frame is restored by scanning and processing each buffers 502 and 503 for signals, and all the images in 504 so that a rectangle field may not overlap the above-mentioned processing.

[0078] As described above, the chrominance signal which gives the greatest range in the 3rd operation gestalt is determined, and it asks for a reference image by doubling the maximum minimum value with this chrominance signal, and the chrominance signal which was missing from this reference image is restored. Then, in quest of a new reference image, restoration processing is again performed from the recovered luminance signal, and it repeats until a restoration image converges. Since restoration by the reference image localized more is performed by this, a higher definition restoration image is obtained. Moreover, since a switch with linear interpolation is performed based on the range of a chrominance signal, it can process at a high speed.

[0079] In addition, it is also possible not to be limited to this, although the chrominance signal is chosen using the maximum range called for from the difference between maximum and the minimum value with this operation gestalt, and to use valuation bases, such as distribution and edge reinforcement. Moreover, other configurations may be used, if it does not need to be limited to the arrangement shown in drawing 12 also about filter arrangement and random nature is filled.

[0080] Drawing 14 is the functional block diagram of the image input-process

equipment concerning the 4th operation gestalt, and explains the connection relation of each function below.

[0081] In drawing 14 , it connects with the buffer 602 for R signals, the buffer 603 for G signals, and the buffer 604 for B signals, and the input section 601 is further connected to the block buffer 606 for R signals, the block buffer 607 for G signals, and the block buffer 608 for B signals through the field extract section 605, respectively. The block buffer 607 for G signals is connected to the distributed calculation section 610, the RGB change-over section 613, and the signal transformation section 651, and the block buffer 608 for B signals is connected to the distributed calculation section 609, the RGB change-over section 613, and the signal transformation section 651 for the block buffer 606 for R signals at the RGB change-over section 613. The distributed calculation sections 609 and 610 are connected to the signal transformation section 651 through the maximum distribution decision section 650.

[0082] This signal transformation section 651 is connected with the buffer 611 for reference images through the data-smoothing section 612 at the lack pixel restoration section 614 while connecting with the buffer 611 for reference images through the approximation reference image selection section 652 at the lack pixel restoration section 614. The approximation reference image selection section 652 is connected also to the data-smoothing section 612. The RGB change-over section 613 is connected to the output section 616 through the lack pixel restoration section 614 and the averaging section 615. Moreover, the control section 617 is connected to the input section 601, the field extract section 605, the distributed calculation sections 609 and 610, the signal transformation section 651, the approximation reference image selection section 652, the RGB change-over section 613, the lack pixel restoration section 614, the averaging section 615, and the output section 616.

[0083] Drawing 15 is drawing showing the above-mentioned concrete configuration of the signal transformation section 651, and the block buffer 606 for R signals, the block buffer 607 for G signals, the maximum distribution decision section 650, selection section 651A that receives the signal from a control section 617, gain bias calculation section 651B, and operation part 651C are connected in order.

[0084] In addition, a part of each above-mentioned function consists of hardware, the output section 616 is constituted by the magnetic disk and a control section 617 is constituted for the input section 601 from this operation gestalt by the veneer type CCD with a microcomputer.

[0085] Drawing 16 (a) - drawing 16 (d) are drawings showing the concrete configuration of the filter arrangement in the veneer type CCD of this operation gestalt. He considers

size of 4x2 as shown in drawing 16 (a), and size of 6x3 as shown in drawing 16 (b) as basic arrangement, and is trying to be here filled up with all the pixels on CCD by repeating and arranging such basic arrangement. Drawing 16 (c) repeats and arranges basic arrangement of drawing 16 (a), and drawing 16 (d) repeats and arranges basic arrangement of drawing 16 (b).

[0086] By basic arrangement of drawing 16 (a), by 3:3:2 and basic arrangement of drawing 16 (b), the frequency of occurrence of RGB3 signal is set up so that it may be set to 4:4:1. These frequencies of occurrence can be changed according to the amount of aberration of a lens system. That is, if the amount of aberration of a lens system increases, since a high frequency component deteriorates, it may reduce the frequency of occurrence of a corresponding chrominance signal. The frequency of occurrence of a chrominance signal can be adjusted according to the threshold value of the high frequency component computed from the amount of aberration.

[0087] An operation of a configuration of being shown in drawing 14 described above below is explained with reference to the flow chart of drawing 17.

[0088] In the following explanation, to R and G signal, the lens system used in the input section 601 has minute aberration, and assumes that aberration is large to B signal. Moreover, the amount of aberration of a lens system shall be measured beforehand. RGB3 signal for one frame is read through the input section 601 based on control of a control section 617, and is transmitted to the buffer 602 for R signals, the buffer 603 for G signals, and the buffer 604 for B signals (step S61). The field extract section 605 scans an image based on control of a control section 617 (step S62). From each chrominance signal for one frame in each buffer 602,603,604 for signals The signal which exists in the rectangle field of the predetermined size centering on a certain specific pixel, for example, the field of 7x7 size, is extracted (step S63), and it transmits to the block buffer 606 for R signals, the block buffer 607 for G signals, and the block buffer 608 for B signals, respectively.

[0089] Based on control of a control section 617, the RGB change-over section 613 is beginning to read the chrominance signal of each block buffers 606 and 607 and the rectangle field in 608 one by one, and transmits it to the lack pixel restoration section 614. The lack pixel restoration section 614 judges whether the amount of chromatic aberration of the inputted chrominance signal is large (step S64), and when large, it shifts to step S72. Here, when the aberration over a lens system is large B signal, it shifts to step S72. On the other hand, when the aberration over a lens system is small R and G signal, it shifts to step S65.

[0090] Processing shifts to the distributed calculation sections 609 and 610 through a

control section 617 here. Namely, the distributed calculation sections 609 and 610 compute distribution of each chrominance signal based on control of a control section 617 by reading each chrominance signal in each block buffer 606 and 607, respectively. Next, the maximum distribution decision section 650 determines the chrominance signal which has the greatest distribution among each computed distribution (step S65). [0091] Selection section 651A (drawing 15) of the signal transformation section 651 chooses one side of each chrominance signal of each block buffer 606 and the rectangle field in 607 based on control of a control section 617 by whether it is the signal with which the chrominance signal from the maximum distribution decision section 650 has the maximum distribution (step S66). The chrominance signal corresponding to the maximum distribution is outputted to the buffer 611 for reference images among each chrominance signal of each block buffer 606 and the rectangle field in 607, without deforming. About what is not the chrominance signal of the maximum distribution, it is outputted to gain bias calculation section 651B. Gain bias calculation section 651B is gain α about the inputted chrominance signal. Bias β It computes (step S67) and outputs to operation part 651C with the chrominance signal concerned. Operation part 651C is computed gain α . Bias β It uses, the chrominance signal concerned is transformed and it outputs to the reference image buffer 611 (step S68). Two or more approximation reference images are generated by integrating the chrominance signal without deformation corresponding to the maximum distribution, and the transformed chrominance signal in the buffer 611 for reference images (step S69).

[0092] Two or more generated approximation reference images are transmitted to the data-smoothing section 612 and the approximation reference image selection section 652. The approximation reference image selection section 652 chooses an approximation reference image based on edge reinforcement like the 1st operation gestalt (step S70), and transmits it to the data-smoothing section 612 and the lack pixel restoration section 614. The data-smoothing section 612 graduates an approximation reference image according to the amount of aberration of the lens system about B signal, generates a smoothing approximation reference image, and transmits it to the lack pixel restoration section 614 (step S71).

[0093] The lack pixel restoration section 614 transforms B signal based on a smoothing approximation reference image among the chrominance signals of R, G, and B which were read through the RGB change-over section 613 (step S72). And this chrominance signal that deformed, and an approximation reference image are integrated, a reference image is obtained (step S73), the chrominance signal which is missing based on this reference image is restored, and it transmits to the averaging section 615 (step S74).

[0094] Thus, all lack to (step S75) and the image for one frame is restored by scanning and processing each buffers 602 and 603 for signals, and all the images in 604 so that a rectangle block may not overlap the above-mentioned processing. The restored chrominance signal is transmitted to the averaging section 615. If a rectangle field is 7x7 size, 49 restored chrominance signals will be transmitted to this averaging section 615 about one pixel. The averaging section 615 carries out averaging of these chrominance signals (step S76), and outputs them to the output section 616.

[0095] Drawing 18 (a) - drawing 18 (o) are drawings for explaining how restoring a lack pixel using a color edge model to the bottom of existence of chromatic aberration. The following explains the case of a single dimension. Drawing 18 (a), (b), and (c) show the configuration of the subject-copy image in RGB3 signal, respectively. Drawing 18 (d), (e), and (f) show the degradation condition of RGB3 signal when being picturized by the lens system with chromatic aberration, respectively. Here, it assumes that there is chromatic aberration only in B signal as shown in drawing. Supposing these chrominance signals are picturized with the veneer CCD of the filter arrangement shown in drawing 18 (g), the chrominance signal acquired is shown in drawing 18 (h), (i), and (j), respectively.

[0096] Here, like the 1st operation gestalt, if the gain and bias of R signal of drawing 18 (h) and G signal of drawing 18 (i) are adjusted, respectively, two or more reference images which have the fundamental edge structure shown in drawing 18 (k) and drawing 18 (l) will be obtained. What is necessary is just to choose what was most excellent in localization out of two or more of these reference images, i.e., the small reference image of edge reinforcement. However, the pixel corresponding to B signal is missing, and the reference image obtained by doing in this way differs from a perfect reference image. Therefore, this is called an approximation reference image.

[0097] Next, the smoothing approximation reference image shown in drawing 18 (m) is obtained by graduating this approximation reference image corresponding to the amount of chromatic aberration. B signal of drawing 18 (j) is transformed by adjusting the gain and bias of B signal based on this smoothing approximation reference image (drawing 18 (n)). And a final reference image as shown in drawing 18 (o) is obtained by compounding the approximation reference image of drawing 18 (l) with more small edge reinforcement, and B signal by which drawing 18 (n) was transformed. Future restoration processings are the same as that of the 1st operation gestalt.

[0098] In the above-mentioned 4th operation gestalt, an approximation reference image is first obtained using a signal with little chromatic aberration. And adaptation with a signal with much chromatic aberration is performed by graduating this reference image, and he obtains a perfect reference image, and is trying to restore a lack signal from this

reference image. Therefore, even when a cheap lens system is used, a high definition restoration image can be generated. Moreover, since the frequency of occurrence of RGB3 signal is adjusted according to chromatic aberration, an efficient image pick-up is attained.

[0099] In addition, although it assumed that chromatic aberration existed in B signal with this operation gestalt, it does not need to be limited to this and can process similarly to the signal of arbitration.

A. Invention of the following configurations is extracted from the above-mentioned concrete operation gestalt.

(1) In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal, A reference image generation means to generate a reference image by transforming and compounding each chrominance signal in the partial field extracted with this extract means based on a predetermined structure model and a predetermined performance index, The picture signal processor characterized by providing a restoration means to restore a missing chrominance signal, based on the reference image generated with this reference image generation means.

(2) The above-mentioned reference image generation means is a picture signal processor given in the configuration (1) two or more chrominance signals of whose are characterized by using the color edge model which shares the same edge pattern as the above-mentioned structure model.

(3) In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal, A chrominance-signal selection means to compute a predetermined parameter for every chrominance signal in the partial field extracted with this extract means, and to choose one chrominance signal based on this parameter, The deformation means which transforms a chrominance signal so that it may become the same as that of the parameter of the chrominance signal with which the above-mentioned parameter was chosen about chrominance signals other than the chrominance signal chosen with this chrominance-signal selection means, A candidate image generation means to

compound two or more chrominance signals of each which deformed with this deformation means, and the chrominance signal chosen by the above-mentioned chrominance-signal selection means, and to generate two or more reference candidate images, A reference image selection means to choose one reference image from two or more reference candidate images generated with this candidate image generation means based on a predetermined performance index, The picture signal processor characterized by providing a restoration means to restore a missing chrominance signal, based on the reference image chosen with the above-mentioned reference image selection means.

(4) The above-mentioned chrominance-signal selection means and the above-mentioned deformation means are a picture signal processor given in the configuration (3) characterized by using an average and distribution or the maximum, and the minimum value of each chrominance signal as a parameter.

(5) -1 above reference image generation means is a picture signal processor the configuration (1) characterized by using the edge reinforcement obtained by giving Laplacian to each chrominance signal as the above-mentioned performance index, the energy computed from the concentration coincidence matrix of each chrominance signal, entropy, correlation, partial uniformity, or inertia, or given in (2).

(5) -2 above reference image selection means is a picture signal processor given in the configuration (3) characterized by using the edge reinforcement obtained by giving Laplacian to each chrominance signal as the above-mentioned performance index, the energy computed from the concentration coincidence matrix of each chrominance signal, entropy, correlation, partial uniformity, or inertia.

(6) -1 -- a picture signal processor given in a configuration (3) equipped with a selection means to choose whether the above-mentioned chrominance-signal selection means given in a configuration (3) and the processing means after it are made to process by judging the chrominance signal which is the output of said extract means by the predetermined valuation basis, or a linear interpolation restoration means is made to process.

(6) -2 -- a picture signal processor a configuration (1) equipped with a selection means to choose whether the above-mentioned reference image generation means given in a configuration (1) and the processing means after it are made to process by judging the chrominance signal which is the output of said extract means by the predetermined valuation basis, or a linear interpolation restoration means is made to process, or given in (2).

(6) -11 -- a picture signal processor given in configuration (6)-1 performed by the

decision by said predetermined valuation basis computing either the edge reinforcement of the chrominance signal which is the output of said extract means, distribution or the maximum minimum value, and comparing the calculation value with a predetermined threshold.

(6) -12 -- a picture signal processor given in configuration (6)-2 performed by the decision by said predetermined valuation basis computing either the edge reinforcement of the chrominance signal which is the output of said extract means, distribution or the maximum minimum value, and comparing the calculation value with a predetermined threshold.

(7) Provide further an input means to have image pick-up equipment which acquires two or more above-mentioned chrominance signals by picturizing a photographic subject. Each pixel of said image pick-up equipment has a color filter corresponding to one chrominance signal. said -- a color filter -- spatial arrangement -- m -- n -- three -- more than -- an integer -- ** -- carrying out -- mxn -- size -- a rectangle -- a field -- iteration -- constituting -- having -- the above -- a rectangle -- a field -- inside -- each -- a chrominance signal -- the frequency of occurrence -- equal -- becoming -- as -- setting up -- having -- **** -- things -- the description -- ** -- carrying out -- a configuration -- (-- one --) - (-- three --) -- a publication -- an image -- input process -- equipment .

(8) Provide further an input means to have image pick-up equipment which acquires two or more above-mentioned chrominance signals by picturizing a photographic subject. Each pixel of said image pick-up equipment has a color filter corresponding to one chrominance signal. The spatial arrangement of said color filter When the total of the chrominance signal used is made to j and k is made into two or more integers, it is constituted repeatedly [of the rectangle field of jkxjk size]. the above -- a rectangle -- a field -- inside -- each -- a chrominance signal -- the frequency of occurrence -- equal -- and -- level -- a perpendicular direction -- setting -- each -- a chrominance signal -- the frequency of occurrence -- two -- more than -- j -- the following -- becoming -- as -- setting up -- having -- **** -- things -- the description -- ** -- carrying out -- a configuration -- (-- one --) - (-- three --) -- a publication -- an image -- input process -- equipment .

(9) Provide further an input means to have image pick-up equipment which acquires two or more above-mentioned chrominance signals by picturizing a photographic subject. Each pixel of said image pick-up equipment has a color filter corresponding to one chrominance signal. The spatial arrangement of said color filter When the total of the chrominance signal used is made to j and k is made into two or more integers, it is constituted repeatedly [of the rectangle field of jkxjk size]. the above -- a rectangle -- a field -- inside -- each -- a chrominance signal -- the frequency of occurrence -- equal --

and -- the -- arrangement -- a rectangle -- a field -- inside -- one -- a point -- a core -- ** -- carrying out -- a concentric circle -- a locus -- an integer -- a coordinate -- crossing -- the time -- a radius -- j -- a division -- having carried out -- the time -- a remainder -- being based -- setting up -- having -- **** -- things -- the description -- ** -- carrying out -- a configuration -- (-- one --) - (-- three --) -- a publication -- an image -- input process -- equipment .

(10) The above-mentioned restoration means is a picture signal processor given in configuration (1) - (3) characterized by including a luminance-signal generation means to generate a luminance signal from each chrominance signal restored based on the above-mentioned reference image, and a convergence decision means to make the restoration processing using the above-mentioned luminance signal repeat based on distribution of the above-mentioned luminance signal.

(11) In the image input-process equipment which carries out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel The input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration, and image pick-up equipment with which the frequency of occurrence of a chrominance signal was adjusted based on this amount of chromatic aberration, In each chrominance signal in the partial field extracted with an extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the picture signal acquired from this input means, and this extract means An approximation reference image generation means to generate an approximation reference image by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration based on a predetermined structure model and a predetermined performance index, A smoothing means to graduate the approximation reference image generated with this approximation reference image generation means based on the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration, The picture input device which generates a reference image based on the approximation reference image generated with the above-mentioned approximation reference image generation means, and the approximation reference image graduated with the above-mentioned smoothing means, and is characterized by providing a restoration means to restore a missing chrominance signal.

(12) The above-mentioned approximation reference image generation means is image input-process equipment given in the configuration (11) two or more chrominance signals of whose are characterized by using the color edge model which shares the same

edge pattern as the above-mentioned structure model.

(13) The above-mentioned approximation reference image generation means is image input-process equipment given in the configuration (11) characterized by using the edge reinforcement obtained by giving Laplacian to each chrominance signal as the above-mentioned performance index, the energy computed from the concentration coincidence matrix of each chrominance signal, entropy, correlation, partial uniformity, or inertia.

B. The above-mentioned configuration (1) "Object of the Invention" about (13) is as follows.

Configuration (1)(2)(5)-1 and 2 conventional techniques are linear interpolation about a luminance signal, are compensated with the color-difference signal based on linear interpolation or a luminance signal, and cannot respond about the point of restoring a missing chrominance signal with high precision. This invention aims at offering the picture signal processor which can restore the chrominance signal which is missing based on the structure model of an image with high precision paying attention to this point.

configuration (3), (4), and (5)- 1, 2, (6)-1, 2 and 11, and 12 conventional techniques are linear interpolation about a luminance signal, are compensated with the color-difference signal based on linear interpolation or a luminance signal, and cannot respond about the point of restoring a missing chrominance signal with high precision. This invention aims the chrominance signal which is missing based on the structure model of an image at highly precise and offering the picture signal processor which can be restored to a high speed paying attention to this point.

A configuration (7), (8) (9),

The conventional technique is compensated with the color-difference signal based on the luminance signal, needs to make [more] the number of filters which is equivalent to a luminance signal beforehand than the number of filters corresponding to a color-difference signal, and cannot respond to filter arrangement of an equal ratio. This invention aims at offering the picture signal processor which can restore the chrominance signal which is missing when the ratio of each chrominance signal is equal with high precision paying attention to this point.

Configuration (10)

The conventional technique is linear interpolation about a luminance signal, and is compensated with the color-difference signal based on linear interpolation or a luminance signal, and cannot respond about the point of restoring a missing chrominance signal with high precision. This invention aims at offering the picture

signal processor which can restore the chrominance signal which is missing based on using the structure model of an image repetitively with high precision paying attention to this point.

A configuration (11), (12) (13),

The conventional technique is linear interpolation about a luminance signal, and is compensated with the color-difference signal based on linear interpolation or a luminance signal, and cannot respond to the cheap optical lens system which chromatic aberration in which a specific signal deteriorates produces. This invention aims at offering the image input-process equipment which can restore the chrominance signal which is missing also about the signal acquired by graduating the structure model of an image based on chromatic aberration using the cheap optical lens system with high precision paying attention to this point.

C. The above-mentioned configuration (1) "The gestalt of implementation of corresponding invention" about (13), "an operation", and the "effectiveness" are as follows.

configuration (1), (2), and (5)- 1, 2, (6)-1, and 2, 11 and 12 (7),

"the gestalt of implementation of corresponding invention" -- the 1st operation gestalt described above at least corresponds to this invention. It is set up so that it may be constituted repeatedly [of the rectangle field of $m \times n$ size where the spatial arrangement of a color filter / in / including CCD203 of drawing 3 / in the input means under configuration / this CCD203 / makes m and n three or more integers] and the frequency of occurrence of each chrominance signal may become equal in the above-mentioned rectangle field. The extract means under configuration contains the field extract section 105 shown in drawing 1 . The reference image generation means under configuration contains the distributed calculation sections 109, 110, and 111 of drawing 1 , the maximum distribution decision section 150, the signal transformation section 151, and the buffer 112 for reference images. As a structure model, two or more chrominance signals use the color edge model which shares the same edge pattern, for example. Moreover, the edge reinforcement obtained by giving Laplacian for example, to each chrominance signal as a performance index, the energy computed from the concentration coincidence matrix of each chrominance signal, entropy, correlation, partial uniformity, or inertia is used. The restoration means under configuration contains the edge on-the-strength calculation section 114 of drawing 1 which is a selection means and the linear interpolation section 115, and the lack pixel restoration section 116. The edge on-the-strength calculation section 114 switches the linear interpolation section 115 and the lack pixel restoration section 116 based on valuation

bases, such as for example, edge reinforcement, distribution, or a minimax value.

[0100] The desirable example of application of this invention is as follows. The picture signal from the input section 101 shown in drawing 1 , drawing 3 , and drawing 4 is saved with the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for G signals, and the buffer 104 for B signals, the chrominance signal of the field of predetermined size is extracted in the field extract section 105, and it transmits to the block buffer 106 for R signals, the block buffer 107 for G signals, and the block buffer 108 for B signals. The edge on-the-strength calculation section 114 chooses the linear interpolation section 115 or the lack pixel restoration section 116 based on the edge reinforcement of all the chrominance signals in the block buffer 106 for R signals, the block buffer 107 for G signals, and the block buffer 108 for B signals. When the linear interpolation section 115 is chosen, well-known linear interpolation restores a lack pixel, and it transmits to the output section 117. When the lack pixel restoration section 116 is chosen, the signal transformation section 151 transforms each chrominance signal using the color edge model shown in drawing 6 based on the information about the maximum distribution from the maximum distribution decision section 150. A reference image is generated in these chrominance signals being integrated by the buffer 112 for reference images. As shown in drawing 7 , the lack pixel restoration section 116 restores a lack pixel based on a reference image, and transmits it to the output section 17.

Based on the edge reinforcement of "operation" each chrominance signal, restoration by the usual linear interpolation and restoration by the structure model are switched, when restoration by the structure model is chosen, a reference image is generated from a color edge model, and the information on a lack pixel is restored from this reference image.

The restoration by "effectiveness" structure model becomes possible [restoring a lack pixel in a precision equivalent to the precision at the time of picturizing using the image pick-up equipment of a 3 plate type] in order to generate a reference image using all the signals of about 5x5 to 15x15 large field. Moreover, compute edge reinforcement, it is made to perform the usual linear interpolation about a part for a flat part, and improvement in the speed of processing also becomes possible.

configuration (3), (4), and (5)- 1 and 2 "the gestalt of implementation of corresponding invention" -- this invention corresponds to the 2nd operation gestalt described above at least. The extract means under configuration contains the field extract section 305 shown in drawing 8 . The signal selection means under configuration contains the mean-dispersion calculation section 309 for R signals of drawing 8 , the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, the mean-dispersion calculation section 311 for B

signals, and the maximum distribution signal selection section 312. The deformation means under configuration contains the signal transformation section 313 of drawing 8. Although extract and deformation are performed with an extract means and a deformation means based on an average and distribution of each chrominance signal, it is also possible to perform extract and deformation based on max and the minimum value. The candidate image generation means under configuration contains the candidate image generation section 314 of drawing 8. The reference image selection means under configuration contains the reference image selection section 316 of drawing 8. The edge reinforcement obtained by giving Laplacian for example, to each chrominance signal as a performance index, the energy computed from the concentration coincidence matrix of each chrominance signal, entropy, correlation, partial uniformity, or inertia is used. The restoration means under configuration contains the lack pixel restoration section 318 of drawing 8.

[0101] The desirable example of application of this invention is as follows. The picture signal from the input section 301 shown in drawing 8 and drawing 9 is saved with the buffer 302 for R signals, the buffer 303 for G signals, and the buffer 304 for B signals, the chrominance signal of the field of predetermined size is extracted in the field extract section 305, and it transmits to the block buffer 306 for R signals, the block buffer 307 for G signals, and the block buffer 308 for B signals. The mean-dispersion calculation section 309 for R signals, the mean-dispersion calculation section 310 for G signals, and the mean-dispersion calculation section 311 for B signals compute the average and distribution by reading each chrominance signal in each block buffers 306 and 307 for signals, and 308. The maximum distribution signal selection section 312 chooses the chrominance signal which gives the greatest distribution, and the signal transformation section 313 deforms it for other chrominance signals so that it may be in agreement with the average and distribution of a chrominance signal which give this greatest distribution. The candidate image generation section 314 generates two or more candidate images by combining the chrominance signal which gives the greatest distribution, and the chrominance signal which deformed. The reference image selection section 316 chooses one reference image from two or more of these candidate images based on edge reinforcement, and the lack pixel restoration section 318 restores a lack pixel based on the selected reference image, and it transmits it to the output section 319. After choosing the signal which gives the maximum distribution from each chrominance signal by which a "operation" input is carried out and transforming other chrominance signals according to this chrominance signal, two or more candidates of a reference image are generated combining these chrominance signals. A reference image is chosen

from these candidates based on edge reinforcement, and the information on a lack pixel is restored from this reference image.

Since computational complexity can be lessened by choosing it as the signal which gives the "effectiveness" maximum distribution based on doubling other chrominance signals and edge reinforcement, a reference image is generable at a high speed. Since this reference image is generated using all the signals of about 5x5 to 15x15 large field, it becomes possible [restoring a lack pixel in the precision which is equal to a 3 plate type].

configuration (3), (4), and (5)· (1, 2, (6)·1, 2, 11 and 12, 8), and (9) (10),

"the gestalt of implementation of corresponding invention" -- this invention corresponds to the 3rd operation gestalt described above at least. When the spatial arrangement of the color filter in this CCD makes to j the total of the chrominance signal used including CCD, for example and k is made into two or more integers, the input means under configuration is constituted repeatedly [of the rectangle field of jkxjk size], its frequency of occurrence of each chrominance signal in the above-mentioned rectangle field is equal, and it is set up so that the frequency of occurrence of each chrominance signal may become under or more 2j in a level perpendicular direction. Or when the total of the chrominance signal used is made to j and k is made into two or more integers, it is constituted repeatedly [of the rectangle field of jkxjk size], and the frequency of occurrence of each chrominance signal in the above-mentioned rectangle field is equal, and it is set up based on the remainder when doing the division of the radius in case the locus of the concentric circle [arrangement / the] centering on one in a rectangle field crosses an integer coordinate by j. The extract means under configuration contains the field extract section 505 shown in drawing 11 . The signal selection means under configuration contains the maximum minimum calculation section 509 for R signals of drawing 11 , the maximum minimum calculation section 510 for G signals, the maximum minimum calculation section 511 for B signals, and the maximum range signal selection section 512. The deformation means under configuration contains the signal transformation section 517 of drawing 11 . Although an extract means and a deformation means perform extract and deformation based on the maximum and the minimum value of each chrominance signal, they can also perform extract and deformation based on an average and distribution. The candidate image generation means under configuration contains the candidate image generation section 518 of drawing 11 . The reference image selection means under configuration contains the reference image selection section 520 of drawing 11 . The energy, the entropy, the correlation, partial uniformity, or inertia computed from the edge reinforcement

obtained by giving Laplacian for example, to each chrominance signal as a performance index or the concentration coincidence matrix of each chrominance signal is used. The restoration means under configuration contains the processing change-over section 514 of drawing 11 which is a selection means and the linear interpolation section 515, the lack pixel restoration section 516, the convergence test section 521, and the luminance-signal generation section 522. The processing change-over section 514 switches the linear interpolation section 515 and the lack pixel restoration section 516 based on valuation bases, such as for example, edge reinforcement, distribution, or a minimax value. The luminance-signal generation section 522 generates a luminance signal from each chrominance signal restored based on the reference image, and the convergence test section 521 makes the restoration processing using the above-mentioned luminance signal repeat based on distribution of the above-mentioned luminance signal.

[0102] The desirable example of application of this invention is as follows. The picture signal from the input section 501 shown in drawing 11 is saved with the buffer 502 for R signals, the buffer 503 for G signals, and the buffer 504 for B signals. The field extract section 505 extracts the chrominance signal of the field of predetermined size, and outputs it to the maximum minimum calculation section 509 for R signals, the maximum minimum calculation section 510 for G signals, and the maximum minimum calculation section 511 for B signals through the block buffer 506 for R signals, the block buffer 507 for G signals, and the block buffer 508 for B signals. The max of each chrominance signal and the minimum value are computed here, the chrominance signal which gives the greatest range (= maximum-minimum value) in the maximum range signal selection section 512 is chosen, and it is transmitted to the processing change-over section 514. When the linear interpolation section 515 or the lack pixel restoration section 516 is chosen based on a maximum range in the processing change-over section 514 and the linear interpolation section 515 is chosen, a lack pixel is restored by well-known linear interpolation, and it is transmitted to the output section 523. Other chrominance signals are transformed so that it may be in agreement with the max of a chrominance signal and the minimum value which give the greatest range in the signal transformation section 517, when the lack pixel restoration section 516 is chosen. By combining the chrominance signal which gives the greatest range in the candidate image generation section 518, and the chrominance signal which deformed, two or more candidate images are generated and one reference image is chosen from two or more candidate images based on edge reinforcement in the reference image selection section 520. The lack pixel restoration section 516 restores a lack pixel

based on this reference image, and transmits it to the convergence test section 521. In first-time processing, unconditionally, the convergence test section 521 transmits the chrominance signal restored until total of the square of the absolute value of a difference with the image restored last time became below a predetermined threshold 2nd henceforth to the luminance-signal generation section 522. The luminance-signal generation section 522 compounds a luminance signal from the restored chrominance signal, and the lack pixel restoration section 516 performs restoration processing again based on the above-mentioned luminance signal. And the image restored when total of the square of the absolute value of a difference with the image with which last time was restored in the convergence test section 521 became below a predetermined threshold is transmitted to the output section 523.

(Operation) After choosing the signal which gives a maximum range from each chrominance signal inputted and transforming other chrominance signals according to this chrominance signal, two or more candidates of a reference image are generated combining these chrominance signals. A reference image is chosen from the candidate of these plurality based on edge reinforcement, and the information on a lack pixel is restored from this reference image. Furthermore, a luminance signal is generated from the restored image and restoration processing is again performed using this, and it repeats until change becomes below a predetermined threshold to the image restored last time.

(Effectiveness) Since computational complexity can be lessened by choosing it as the signal which gives a maximum range based on doubling other chrominance signals and edge reinforcement, a reference image is generable at a high speed. Since this reference image is generated using all the signals of about 5x5 to 15x15 large field, it becomes possible [restoring a lack pixel in the precision which is equal to a 3 plate type]. Furthermore, since restoration processing is repetitively performed using a luminance signal, restoration of a highly precise lack pixel is attained.

A configuration (11), (12) (13),

"the gestalt of implementation of corresponding invention" -- this invention corresponds to the 4th operation gestalt described above at least. The input means under configuration contains the input section 601 of drawing 14 . The extract means under configuration contains the field extract section 605 shown in drawing 14 . The approximation reference image generation means under configuration contains the distributed calculation sections 609 and 610 of drawing 14 , the maximum distribution decision section 650, the signal transformation section 651, and the buffer 611 for reference images. As a structure model, two or more chrominance signals use the color

edge model which shares the same edge pattern. Moreover, the edge reinforcement obtained by giving Laplacian for example, to each chrominance signal as a performance index, the energy computed from the concentration coincidence matrix of each chrominance signal, entropy, correlation, partial uniformity, or inertia is used. The smoothing means under configuration contains the data-smoothing section 612 of drawing 14 . The restoration means under configuration contains the lack pixel restoration section 614 of drawing 14 , and the averaging section 615.

[0103] The desirable example of application of this invention is as follows. The picture signal from the input section 601 shown in drawing 14 and drawing 16 is saved with the buffer 602 for R signals, the buffer 603 for G signals, and the buffer 604 for B signals. The field extract section 605 extracts the chrominance signal of the field of predetermined size, and transmits it to the block buffer 606 for R signals, the block buffer 607 for G signals, and the block buffer 608 for B signals. The distributed calculation section 609 and the distributed calculation section 610 compute distribution of the chrominance signal of R and G respectively, and determine a chrominance signal with the distribution greatest in the maximum distribution decision section 650. The signal transformation section 651 transforms chrominance signals other than the chrominance signal corresponding to the greatest distribution based on the gain and bias of a chrominance signal with the greatest distribution. An approximation reference image is generated in these chrominance signals being integrated in the buffer 611 for reference images. The data-smoothing section 612 graduates this approximation reference image based on the amount of chromatic aberration. The lack pixel restoration section 614 generates a reference image based on an approximation reference image and the graduated approximation reference image, and restores a lack pixel based on this reference image. The averaging section 615 carries out averaging of the chrominance signal restored for every field, and transmits it to the output section 616.

Choose a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration from the input signals acquired from the image pick-up equipment with which the frequency of occurrence of a chrominance signal was adjusted according to the amount of chromatic aberration, and an approximation reference image is generated with the application of a structure model. (Operation) On the other hand, this approximation reference image is graduated according to the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration. Based on the graduated near reference image, a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration is transformed, it asks for a reference image by compounding the above-mentioned

approximation reference image and an image with many amounts of chromatic aberration which deformed, and the information on a lack pixel is restored from this reference image.

(Effectiveness) A structure model is first applied to a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration directly, and a structure model is applied to a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration by graduating. For this reason, finally a reference image will be generated using all chrominance signals, and restoration of a highly precise lack color is attained. Moreover, since a lack color can be restored even if it uses a cheap lens system with chromatic aberration, the cost of the whole equipment can be reduced.

[0104]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, a missing chrominance signal can be restored now with high precision.

[0105] Moreover, according to invention according to claim 2, the chrominance signal which is missing even when a cheap optical lens system is used can be restored now with high precision.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the functional block diagram of the picture signal processor concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the concrete configuration of the signal transformation section shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is drawing showing the concrete configuration of the input section shown in drawing 1.

[Drawing 4] It is drawing showing the concrete configuration of the filter arrangement in CCD shown in drawing 3.

[Drawing 5] It is a flow chart for explaining an operation of a configuration of being shown in drawing 1.

[Drawing 6] It is drawing for explaining how generating a reference image.

[Drawing 7] It is drawing showing the process in which a lack pixel is restored based on a color edge model.

[Drawing 8] It is the functional block diagram of the picture signal processor concerning

the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] It is drawing showing an example of the concrete configuration of the input section shown in drawing 8 .

[Drawing 10] It is a flow chart for explaining an operation of a configuration of being shown in drawing 8 .

[Drawing 11] It is the functional block diagram of the picture signal processor concerning the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] It is the explanatory view of the filter arrangement in the input section shown in drawing 11 .

[Drawing 13] It is a flow chart for explaining an operation of a configuration of being shown in drawing 11 .

[Drawing 14] It is the functional block diagram of the picture signal processor concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 15] It is drawing showing the concrete configuration of the signal transformation section shown in drawing 14 .

[Drawing 16] It is drawing showing the concrete configuration of the filter arrangement in the veneer type CCD of the 4th operation gestalt.

[Drawing 17] It is a flow chart for explaining an operation of a configuration of being shown in drawing 14 .

[Drawing 18] It is drawing for explaining how restoring a lack pixel using a color edge model to the bottom of existence of chromatic aberration.

[Drawing 19] It is the explanatory view of an example of filter arrangement of a veneer type image sensor.

[Description of Notations]

101 -- The input section, 102 -- The buffer for R signals, 103 -- The buffer for G signals, 104 -- The buffer for B signals, 105 -- The field extract section, 106 -- The block buffer for R signals, 107 -- The block buffer for G signals, 108 -- The block buffer for B signals, 109, 110, 111 [-- The edge on-the-strength calculation section, 115 / -- The linear interpolation section 116 / -- The lack pixel restoration section, 117 / -- The output section 150 / -- The maximum distribution decision section, 151 / -- Signal transformation section.] -- The distributed calculation section, 112 -- The buffer for reference images, 113 -- The RGB change-over section, 114

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law

[Section partition] The 3rd partition of the 7th section

[Publication date] October 21, Heisei 16 (2004. 10.21)

[Publication No.] JP,10-243407,A

[Date of Publication] September 11, Heisei 10 (1998. 9.11)

[Application number] Japanese Patent Application No. 9-58568

[The 7th edition of International Patent Classification]

H04N 9/07

[FI]

H04N 9/07 A

[Procedure revision]

[Filing Date] October 23, Heisei 15 (2003. 10.23)

[Procedure amendment 1]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] Claim

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel, An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal,

A chrominance-signal selection means to compute a predetermined parameter for every chrominance signal in the partial field extracted with this extract means, and to choose one chrominance signal based on this parameter,

The deformation means which transforms a chrominance signal so that it may become the same as that of the parameter of the chrominance signal with which the

above-mentioned parameter was chosen about chrominance signals other than the chrominance signal chosen with this chrominance-signal selection means,

A candidate image generation means to compound two or more chrominance signals of each which deformed with this deformation means, and the chrominance signal chosen by the above-mentioned chrominance-signal selection means, and to generate two or more reference candidate images,

A reference image selection means to choose one reference image from two or more reference candidate images generated with this candidate image generation means based on a predetermined performance index,

A restoration means to restore a missing chrominance signal based on the reference image chosen with the above-mentioned reference image selection means,

The picture signal processor characterized by providing.

[Claim 2]

In the image input-process equipment which carries out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel,

The input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration, and image pick-up equipment with which the frequency of occurrence of a chrominance signal was adjusted based on this amount of chromatic aberration,

An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the picture signal acquired from this input means,

An approximation reference image generation means to generate an approximation reference image by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration based on a predetermined structure model and a predetermined performance index in each chrominance signal in the partial field extracted with this extract means,

A smoothing means to graduate the approximation reference image generated with this approximation reference image generation means based on the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration,

A restoration means to generate a reference image based on the approximation reference image generated with the above-mentioned approximation reference image generation means, and the approximation reference image graduated with the above-mentioned smoothing means, and to restore a missing chrominance signal,

Image input-process equipment characterized by providing.

[Claim 3]

In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel, An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal,

A reference image generation means to generate a reference image by transforming and compounding each chrominance signal in the partial field extracted with this extract means based on a predetermined structure model and a predetermined performance index,

A restoration means to restore a missing chrominance signal based on the reference image generated with this reference image generation means,

The picture signal processor characterized by providing.

[Procedure amendment 2]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0016

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0016]

Moreover, the image input-process equipment concerning the 2nd invention In the image input-process equipment which carries out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel The input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration, and image pick-up equipment with which the frequency of occurrence of a chrominance signal was adjusted based on this amount of chromatic aberration, In each chrominance signal in the partial field extracted with an extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the picture signal acquired from this input means, and this extract means An approximation reference image generation means to generate an approximation reference image by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration based on a predetermined structure model and a predetermined performance index, A smoothing means to graduate the approximation reference image generated with this approximation reference image generation means based on the amount of chromatic

aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration, A reference image is generated based on the approximation reference image generated with the above-mentioned approximation reference image generation means, and the approximation reference image graduated with the above-mentioned smoothing means, and a restoration means to restore a missing chrominance signal is provided.

Moreover, the image input-process equipment concerning the 3rd invention In the picture signal processor which processes the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel An extract means to extract the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal, A reference image generation means to generate a reference image by transforming and compounding each chrominance signal in the partial field extracted with this extract means based on a predetermined structure model and a predetermined performance index, Based on the reference image generated with this reference image generation means, a restoration means to restore a missing chrominance signal is provided.

[Procedure amendment 3]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0018

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0018]

Moreover, the image input-process equipment concerning the 2nd invention In carrying out input process of the picture signal with which the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals and with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel First, the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the pixel as which it was specified in the picture signal acquired from this input means is extracted using the input means which consists of an optical lens system which produces chromatic aberration in the above-mentioned image input-process equipment, and image pick-up equipment which adjusted the frequency of occurrence of a chrominance signal based on the amount of chromatic aberration. Next, an approximation reference image is generated by transforming and compounding a chrominance signal with few amounts of chromatic aberration in each chrominance signal in the extracted partial field based on a predetermined structure model and a

predetermined performance index. Next, this generated approximation reference image is graduated based on the amount of chromatic aberration of a chrominance signal with many amounts of chromatic aberration. And a reference image is generated based on the generated approximation reference image and the graduated approximation reference image, and a missing chrominance signal is restored.

Moreover, the picture signal which one pixel has consists of two or more chrominance signals, and in processing the picture signal with which at least one or more chrominance signals are missing according to the location of a pixel, the image input-process equipment concerning the 3rd invention extracts the chrominance signal of the partial field of the predetermined size which includes the specified pixel from the above-mentioned picture signal first. Next, a reference image is generated by transforming and compounding each chrominance signal in the extracted partial field based on a predetermined structure model and a predetermined performance index. And a missing chrominance signal is restored based on this generated reference image.

[Procedure amendment 4]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0104

[Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[0104]

[Effect of the Invention]

According to invention according to claim 1 or 3, a missing chrominance signal can be restored now with high precision.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-243407

(43)公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 4 N 9/07

識別記号

F I

H 0 4 N 9/07

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 22 頁)

(21)出願番号 特願平9-58568

(22)出願日 平成9年(1997) 2月27日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 鶴岡 建夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 月岡 健人

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

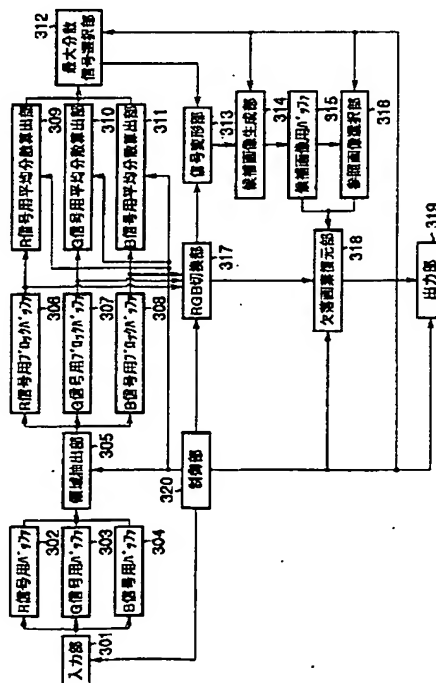
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54)【発明の名称】 画像信号処理装置及び画像入力処理装置

(57)【要約】

【課題】 欠落する色信号を高精度に復元することができる画像信号処理装置を提供する。

【解決手段】 画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する領域抽出部305と、抽出された局所領域内の各色信号ごとの平均分散から最大の分散を有する色信号を選択する最大分散信号選択部312と、選択された色信号以外の色信号に関して、パラメータが選択された色信号のパラメータと同一となるように色信号を変形する信号変形部313と、変形された複数の各色信号と選択された色信号とを合成して複数の参照候補画像を生成する候補画像生成部314と、生成された複数の参照候補画像から、所定の評価関数に基づき1つの参照画像を選択する参照画像選択部316と、選択された参照画像に基づき、欠落する色信号を復元する欠落画素復元部318とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を処理する画像信号処理装置において、

上記画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、

この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号ごとに所定のパラメータを算出し、このパラメータに基づき1つの色信号を選択する色信号選択手段と、

この色信号選択手段で選択された色信号以外の色信号に関して、上記パラメータが選択された色信号のパラメータと同一となるように色信号を変形する変形手段と、

この変形手段で変形された複数の各色信号と上記色信号選択手段によって選択された色信号とを合成して複数の参照候補画像を生成する候補画像生成手段と、

この候補画像生成手段で生成された複数の参照候補画像から、所定の評価関数に基づき1つの参照画像を選択する参照画像選択手段と、

上記参照画像選択手段で選択された参照画像に基づき、欠落する色信号を復元する復元手段と、

を具備することを特徴とする画像信号処理装置。

【請求項2】 1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を入力処理する画像入力処理装置において、

色収差を生じる光学レンズ系と、この色収差量に基づき色信号の出現頻度が調整された撮像装置とからなる入力手段と、

この入力手段から得られた画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、

*

$$Y_{o,n} = Y_{o,n+1} = Y_{e,n} = Y_{e,n+1}$$

$$C_{o,n} = C_{e,n} = 2R - G$$

$$C_{o,n+1} = C_{e,n+1} = 2B - G$$

ただし、Cy、Mg、Yeはグリーン(G)およびレッド(R)、ブルー(B)により次式で示される。 ※

$$Cy = G + B$$

$$Mg = R + B$$

$$Ye = R + G$$

(1)式で示されるように、輝度信号は偶数、奇数フィールドの全ラインで生成される。これに対し、(2)、

(3)式で示されるように2つの色差信号は1ラインおきにしか生成されず、線形補間により欠落するラインの色差信号を補っている。この後、マトリックス演算を行うことでR、G、Bの3原色を得ることができる。このような方法では、色差信号は輝度信号に対して1/2の情報量しかなく、エッジ部に色モワレと呼ばれるアーティファクトが発生する。一般に、このような色モワレを低減するために、水晶フィルタを用いたローパスフィル

* この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号中で、色収差量の少ない色信号を所定の構造モデルと評価関数に基づき変形および合成することで近似参照画像を生成する近似参照画像生成手段と、

この近似参照画像生成手段で生成された近似参照画像を色収差量の多い色信号の色収差量に基づき平滑化する平滑化手段と、

上記近似参照画像生成手段で生成された近似参照画像と上記平滑化手段で平滑化された近似参照画像とに基づき

10 参照画像を生成し、欠落する色信号を復元する復元手段と、

を具備することを特徴とする画像入力処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像信号処理装置及び画像入力処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、安価かつ軽量の単板式のCCDを用いた画像入力処理装置が普及している。このような画像入力処理装置においては、一枚の撮像素子から被写体の色情報を得るために色フィルタを受光面上にモザイク状に配置している。

【0003】色フィルタの一例として、シアン(Cy)、マゼンタ(Mg)、イエロー(Ye)、グリーン(G)からなる補色モザイクフィルタの配置を図19に示す。図19において、偶数フィールドのnラインとn+1ラインに対応する輝度信号を $Y_{o,n}$ 、 $Y_{o,n+1}$ 、色差信号を $C_{o,n}$ 、 $C_{o,n+1}$ とし、奇数フィールドのnラインとn+1ラインに対応する輝度信号を $Y_{e,n}$ 、 $Y_{e,n+1}$ 、色差信号を $C_{e,n}$ 、 $C_{e,n+1}$ とすると、これらの信号は、次式で示される。

【0004】

$$= 2R + 3G + 2B \quad (1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

※【0005】

$$(4)$$

$$(5)$$

$$(6)$$

タを撮像素子前面に配置することが行われるが、ローパスフィルタの挿入により解像度が低下するという新たな問題が発生する。

【0006】また、特開平04-62096号公報および特開平05-056446号公報は、上記のように色差信号のみで単純な補間を行うのではなく、輝度信号の成分を用いて色差信号を補正する方法を開示している。

【0007】すなわち、特開平04-62096号公報によれば、輝度信号Yは線形補間で作成されるが、色差信号Cについては、輝度信号Yの変化の少ない領域では

線形補間にて補い、変化の大きい領域では輝度信号Yを
(7)式に示されるように変形することで回復された色*

$$C' = aY + b$$

ここでa, bは定数である。

【0009】また、特開平05-056446号公報では、輝度信号Yは線形補間により作成されるが、色差信号Cについては、輝度信号Yと色差信号Cとを電気回路的ローパスフィルタにて処理し、それぞれの低周波成分※

$$C' = Y \frac{C_{low}}{Y_{low}}$$

これは、輝度信号Yを低周波成分 Y_{low} と C_{low} を用いて補正したものを色信号C'とすることに相当する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来技術では、単板式のCCDを用いた場合に輝度信号を線形補間で、色差信号を線形補間または輝度信号に基づいて補っているが、輝度信号が、本質的に3板式CCDを用いた場合の1/2であり、このような方法では欠落する色信号を高精度に復元することができない。

【0012】また、上記した従来技術では、輝度信号を線形補間で、色差信号を線形補間または輝度信号に基づいて補っているが、このような方法では特定の色信号が劣化するような色収差の生じる安価な光学レンズ系を用いた場合に、欠落する色信号を高精度に復元することができない。

【0013】本発明はこのような課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、欠落する色信号を高精度に復元することができる画像信号処理装置を提供することにある。

【0014】また、本発明の他の目的は、安価な光学レンズ系を使用した場合でも欠落する色信号を高精度に復元することができる画像入力処理装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、第1の発明に係る画像信号処理装置は、1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号ごとに所定のパラメータを算出し、このパラメータに基づき1つの色信号を選択する色信号選択手段と、この色信号選択手段で選択された色信号以外の色信号に関して、上記パラメータが選択された色信号のパラメータと同一となるように色信号を変形する変形手段と、この変形手段で変形された複数の各色信号と上記色信号選択手段によって選択された色信号とを合成して複数の参照候補画像を生成する候補

* 差信号C'を得ている。

【0008】

(7)

※ Y_{low} と C_{low} を得て、以下の(8)式を用いて欠落が回復された色信号C'を得ている。

【0010】

【数1】

(8)

画像生成手段と、この候補画像生成手段で生成された複数の参照候補画像から、所定の評価関数に基づき1つの参照画像を選択する参照画像選択手段と、上記参照画像選択手段で選択された参照画像に基づき、欠落する色信号を復元する復元手段とを具備する。

【0016】また、第2の発明に係る画像入力処理装置は、1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を入力処理する画像入力処理装置において、上記画像入力処理装置において色収差を生じる光学レンズ系と色収差量に基づき色信号の出現頻度を調整した撮像装置とからなる入力手段と、この入力手段から得られた画像信号中の指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号中で、色収差量の少ない色信号を所定の構造モデルと評価関数に基づき変形および合成することで近似参照画像を生成する近似参照画像生成手段と、この近似参照画像生成手段で生成された近似参照画像を色収差量の多い色信号の色収差量に基づき平滑化する平滑化手段と、上記近似参照画像生成手段で生成された近似参照画像と上記平滑化手段で平滑化された近似参照画像とに基づき参照画像を生成し、欠落する色信号を復元する復元手段とを具備する。

【0017】すなわち、第1の発明に係る画像信号処理装置は、1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を処理するにあたって、まず、上記画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する。次に、抽出された局所領域内の各色信号ごとに所定のパラメータを算出し、このパラメータに基づき1つの色信号を選択する。次に、選択された色信号以外の色信号に関して、上記パラメータが選択された色信号のパラメータと同一となるように色信号を変形する。次に、変形された複数の各色信号と選択された色信号とを合成して複数の参照候補画像を生成する。そして、この生成された複数の参照候補画像から、所定の評価関数に基づき1つの参照画像を選択し、選択された参照画像に基づき、欠落する色信号を

復元する。

【0018】また、第2の発明に係る画像入力処理装置は、1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を入力処理するにあたって、まず、上記画像入力処理装置において色収差を生じる光学レンズ系と色収差量に基づき色信号の出現頻度を調整した撮像装置とからなる入力手段を用い、この入力手段から得られた画像信号中の指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する。次に、抽出された局所領域内の各色信号中で、色収差量の少ない色信号を所定の構造モデルと評価関数に基づき変形および合成することで近似参照画像を生成する。次に、この生成された近似参照画像を色収差量の多い色信号の色収差量に基づき平滑化する。そして、生成された近似参照画像と平滑化された近似参照画像とに基づき参照画像を生成し、欠落する色信号を復元する。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。まず、第1実施形態を説明する。図1は第1実施形態に係る画像信号処理装置の機能ブロック図であり、以下に各機能の接続関係を説明する。

【0020】図1において、入力部101は、R信号用バッファ102、G信号用バッファ103、B信号用バッファ104に接続され、さらに、領域抽出部105を介してそれぞれR信号用ブロックバッファ106、G信号用ブロックバッファ107、B信号用ブロックバッファ108に接続されている。R信号用ブロックバッファ106は分散算出部109とRGB切換部113と信号変形部151に、G信号用ブロックバッファ107は分散算出部110とRGB切換部113と信号変形部151に、B信号用ブロックバッファ108は分散算出部111とRGB切換部113と信号変形部151に接続されている。分散算出部109、110、111は最大分散決定部150を介して信号変形部151に接続されている。

【0021】この信号変形部151は参照画像用バッファ112を介して欠落画素復元部116に接続されている。RGB切換部113は、エッジ強度算出部114と線形補間部115または欠落画素復元部116を介して、出力部117に接続されている。また、制御部118は、入力部101、領域抽出部105、分散算出部109、110、111、信号変形部151、RGB切換部113、エッジ強度算出部114、欠落画素復元部116、出力部117に接続されている。

【0022】図2は上記した信号変形部151の具体的な構成を示す図であり、R信号用ブロックバッファ106、G信号用ブロックバッファ107、B信号用ブロックバッファ108と、最大分散決定部150と、制御部

118からの信号を受ける選択部151Aと、ゲイン・バイアス算出部151Bと、演算部151Cとが順に接続されている。

【0023】なお、本実施形態では上記した各機能の一部はハードウェアで構成され、入力部101は単板式CCDにより、出力部117は磁気ディスクにより、制御部118はマイクロコンピュータにより構成される。

【0024】図3は入力部101の具体的な構成を示す図である。レンズ系201とローパスフィルタ202と単板式のCCD203とが被写体を撮像可能のように配置されている。CCD203は、例えば以下に述べるような原色型のフィルタ配置を持つCCDであり、A/D変換器204、色分離回路205、プロセス回路206、207、208を介してマトリックス回路209に接続されている。このマトリックス回路209の出力はRGB3信号用のバッファ102、103、104に接続されている。また、CCD203にはクロックジェネレータ210によって発生されたクロックに基づいてCCD203を駆動するCCD駆動回路211が接続されている。

【0025】図4は、図3のCCD203におけるフィルタ配置の具体的な構成を示す図である。ここでは、図4(a)に示すような3×3サイズの基本配置を、図3(b)に示すように反復的に繰り返して構成することにより、CCD上の全画素を充填している。本実施形態では、RGB3信号の出現頻度は1:1:1の均等な比率になるように設定されている。

【0026】以下に上記した図1に示す構成の作用を図5のフローチャートを参照して説明する。

【0027】図1において、1フレーム分のRGB3信号が制御部118の制御に基づいて入力部101を介して読み込まれて、R信号用バッファ102、G信号用バッファ103、B信号用バッファ104に転送される(ステップS1)。次に、領域抽出部105は制御部118の制御に基づき、画像の走査を行なって(ステップS2)、各色信号用バッファ102、103、104内の1フレーム分の各色信号から、ある特定画素を中心とする所定サイズの矩形領域、例えば5×5サイズの領域内に存在する色信号を抽出して(ステップS3)、それぞれR信号用ブロックバッファ106、G信号用ブロックバッファ107、B信号用ブロックバッファ108に転送する。RGB切換部113は制御部118の制御に基づいて各ブロックバッファ106、107、108内の矩形領域の色信号を順次読み出してエッジ強度算出部114に転送する。エッジ強度算出部114は制御部118の制御の基に、全色信号からラプラシアンに基づくエッジ強度を算出して(ステップS4)、エッジ強度が所定の閾値(例えば信号が0~255の8bit精度であるときは8を閾値とする)より大きいかなかを判断し(ステップS5)、YESの場合は欠落画素復元部11

6を選択し、NOの場合は線形補間部115を選択する。

【0028】そして線形補間部115が選択された場合は、公知の線形補間方法により欠落画素を復元し、出力部117から外部へ出力する(ステップS16、S17)。また、欠落画素復元部116が選択された場合には処理が制御部118を介して分散算出部109、110、111に移行する。すなわち、分散算出部109、110、111は制御部118の制御に基づき、各ブロックバッファ106、107、108内の矩形領域の各色信号を読み出して各色信号の分散を算出する。次に最大分散決定部150は算出された各分散のうち最大の分散をもつ色信号を決定する(ステップS6)。

【0029】信号変形部151の選択部151-A(図2)は制御部118の制御に基づき、最大分散決定部150からの色信号が最大分散を有する信号か否かによって各ブロックバッファ106、107、108内の矩形領域の各色信号のうち1つを選択する(ステップS7)。すなわち、各ブロックバッファ106、107、108内の矩形領域の各色信号のうち、最大分散に対応する色信号は変形されることなしに参照画像用バッファ112へ出力される。最大分散の色信号でないものについてはゲイン・バイアス算出部151Bに出力される。ゲイン・バイアス算出部151Bは入力された色信号についてそのゲイン α_i とバイアス β_i とを算出して(ステップS8)、当該色信号Iとともに演算部151Cへ出力する。演算部151Cは算出されたゲイン α_i とバイアス β_i とを用いて当該色信号を変形して参照画像バッファ112に出力する(ステップS9)。最大分散に対応する変形なしの色信号と変形された色信号とが参照画像バッファ112内に積算されることにより参照画像が生成される(ステップS10)。

【0030】欠落画素復元部116は参照画像バッファ112から参照画像を読み出して最大分散を有する色信号か否かを判断し(ステップS11)、YESの場合はこの参照画像を出力部117に転送する。また、NOの場合は参照画像用バッファ112内の各色ごとに参照画像と各ブロックバッファ106、107、108内の矩形領域の色信号とを比較し、参照画像を各色信号に適合するように変形して(ステップS12)、出力部117に転送する。これによって出力部117には変形なしの参照画像と変形された参照画像とが積算される(ステップS13)。出力部117は積算された参照画像を欠落が復元された色信号として外部へ出力する(ステップS14)。

【0031】このようにして上記処理を矩形ブロックが重複しないように各信号用バッファ102、103、104内のすべての画像が走査されて処理されることにより(ステップS15)、1フレーム分の画像に対するすべての欠落が復元される。

【0032】以下に、上記した参照画像を生成する方法を図6(a)~(j)を参照して説明する。本実施形態ではいわゆるカラーエッジモデルを用いて参照画像を生成する。カラーエッジモデルでは、局所領域においては各色信号は同一のエッジ構造を共有する。このようなモデルは自然界に存在する多くの画像において成立することが確認されている。したがって、このようなモデルを仮定すれば、以下で定義される各色信号のゲイン(α)とバイアス(β)とを調整することで同一形状の信号が得られる。

【0033】図6(a)、(b)、(c)はそれぞれ、R、G、Bの各色信号における原画像の形状と、そのゲイン α_i =最大値-最小値、バイアス β_i =最小値($i=r, g, b$)を示す図である。これらの原画像が図6(d)に示されるフィルタ配置のCCDによって撮像されたとなると、得られる色信号はそれぞれ、図6

(e)、(f)、(g)に示すような分布となる。そこで、図6(e)、(f)、(g)の各色信号のゲイン α_i 、バイアス β_i を調整して合成することで、図6(h)、(i)、(j)に示されるような基本となる複数のエッジ構造分布が得られる。この場合上記したように、最大分散を有する色信号についてはゲイン α_i とバイアス β_i を調整せず、それ以外の色信号についてのみゲイン α_i とバイアス β_i を調整する。

【0034】次に、複数のエッジ構造分布の中で最も局在性の高いパターンを参照画像として1つ選択する。局在性の判断には所定の方法、例えばラプラシアンを用いてエッジ強度を算出して、このエッジ強度が最小のものを選択するようにする。参照画像は、各色信号から矛盾無く合成されるエッジ構造を表しており、原画像のエッジ構造を反映しているものと考えられる。よって、この参照画像のゲインとバイアスを各色信号のゲイン α_i とバイアス β_i に一致させるように最小自乗誤差を規範として変形することで、欠落が回復された色信号を得ることができる。

【0035】ここでは、予め多数のエッジ構造を形成した後に1つの参照画像を選択するのではなく、選択の効率を考慮してラプラシアンのような評価関数を定め、エッジ強度が最小となるように解析的にゲイン α_i 、バイアス β_i を算出する。また、全色信号のゲイン α_i とバイアス β_i を求めることは必ずしも必要ではなく、どれか1つの色信号に合わせるようにすることで計算を簡略化することができる。例えば、後述するように分散が最大となる色信号については変形せず、それ以外の色信号については、分散が最大となる色信号と組み合わせる最も局在性の高いエッジ構造が得られるように変形する。

【0036】以下に、ラプラシアンを評価関数として、G信号にR、B信号を合わせる例を説明する。

【0037】R、B信号のゲインを α_r 、 α_b とし、バイアスを β_r 、 β_b とする。局所領域に含まれるR、

10

20

30

40

50

G, B信号の画素値を1次元のベクトル f_r, f_g, f_b で表し、画素の欠落状況を示すマスクをベクトル m_r, m_g, m_b で表す。マスクは画素が存在する場合に1を、存在しない場合に0の要素をとるものとする。*

$$\Phi = (\alpha_r f_r + \beta_r) m_r + f_g m_g + (\alpha_b f_b + \beta_b) m_b$$

$$= [f_r, m_r, f_b, m_b] \begin{bmatrix} \alpha_r \\ \beta_r \\ \alpha_b \\ \beta_b \end{bmatrix} + f_g m_g = Mv + C \quad (9)$$

で示される。ここで、参照画像 Φ に対してラプラシアン Δ^2 を施し、

$$\Delta^2 \Phi = | \Delta^2 (Mv + C) | \quad (10)$$

を最小化することを考える。すると、 $v = [\alpha_r, \beta_r, \alpha_b, \beta_b]^T$ は、

$$v = (\Delta^2 M)^{-1} (-\Delta^2 C) \quad (11)$$

となり、一意に算出できる。すなわち、G信号に対するR, B信号のゲイン α_r, α_b と、バイアス β_r, β_b とが求まる。

【0039】ここで、Mは正方行列にはならないため特異値分解に基づく疑似逆行列を算出する必要がある。また、(11)式は、G信号にR, B信号を合わせる例であるが、他の組み合わせも同様にして算出することができる。

【0040】図7は、上記したカラーエッジモデルに基づいて欠落画素が復元される過程を示す図である。以下の説明では、 5×5 サイズの矩形領域を用いる。図7

(a)に示す原画像は自転車のサドル部の一部の画像であり、図7(b)に示すようなCCD203(入力部101)のフィルタ配置に応じて図7(c), (d),

(e)に示される欠落のある色信号としてそれぞれR信号用バッファ102、G信号用バッファ103、B信号用バッファ104、及び領域抽出部105を経由して、それぞれR信号用ブロックバッファ106、G信号用ブロックバッファ107、B信号用ブロックバッファ108に転送される。

【0041】これらの欠落のある色信号は上記したように分散算出部109、110、111によって読み出されて各色信号ごとに分散が算出される。そして、R、G、Bの3信号中で分散が最大となる色信号を基準としてこれに他の信号を合わせる(最大分散決定部150、信号変形部151)。ここではG信号の分散が最大になるものとして、R、B信号のゲインとバイアスを求める。図7(f)、(h)は上記した(11)式に従い算出したゲイン α_r, α_b とバイアス β_r, β_b により変形したR、B信号を示し、(g)はそのままのG信号を示す。

【0042】これら図7(f)、(g)、(h)の画像を積算することで図7(i)に示すような参照画像 Φ が得られる(参照画像用バッファ112)。この参照画像 Φ は、ラプラシアンにより求めたエッジ強度を判断基準

とすると局在性の最も高い画像となっている。一方、RGB切換部113は、各信号用ブロックバッファ106、107、108内の欠落のある色信号(図7

(c), (d), (e))を順次読み出してエッジ強度算出部114でエッジ強度を算出し、これが所定の閾値より大きい場合には、欠落のある色信号を欠落画素復元部116へ転送する。所定の閾値よりも小さい場合には線形補間部115に送られて、線形補間によって復元される。一方、欠落画素復元部116は参照画像用バッファ112から上記参照画像 Φ のゲインとバイアスを求め、これを転送された欠落のある色信号のゲインとバイアスに一致させる。本実施形態では、G信号に合わせて参照画像 Φ を生成しているため、G信号に関しては参照画像 Φ のゲインとバイアスは一致している。このため、上記操作はR、B信号についてのみ行う。これにより得られる信号は、図7(j), (k), (l)に示されるような欠落が復元された信号となる。これらを出力部117で積算することで、図7(m)に示される復元されたカラー画像が得られる。

【0043】上記したように第1実施形態においては、エッジ部と判断された局所領域中のすべての色信号にカラーエッジモデルとラプラシアンに基づく局在性の評価を組み合わせることで参照画像を作成し、この参照画像から欠落信号を復元するようにしたので、従来の線形補間では困難であった高周波成分を回復することができ、これによって高精細な復元画像を得ることができる。また、エッジ部と判断されなかった場合は、通常の線形補間で処理されるため高速に処理を行うことができる。また、RGB3信号の出現頻度が均等なるフィルタ配置を用いているため、従来の輝度信号に比較して色差信号が劣化するようなアンバランスが発生せず、高画質な復元画像が得られる。

【0044】なお、上記した実施形態では局所領域のサイズを 5×5 としているがこれに限定される必要はなく、自由な設定が可能である。また上記局所領域が重複

しないように処理を行っているが、処理時間が問題にならないならば1画素間隔で重複するように処理をし、処理結果を加算平均することも可能である。この場合は、ノイズなどによるカラーエッジモデルの誤差を低減できる。また、局在性の評価にラプラシアンを用いているがこれに限定される必要はない。例えば、濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性などを用いても同様の効果を得ることができる。さらに、フィルタ配置も図4に示される配置に限定される必要はなく、自由な設定が可能である。従来と同様に輝度信号の出現頻度を高めたフィルタ配置に関しても、改善効果は若干低下するが同様に処理することができる。

【0045】図8は本発明の第2実施形態に係る画像信号処理装置の機能ブロック図であり、以下に各機能の接続関係を説明する。

【0046】図8において、入力部301はR信号用バッファ302、G信号用バッファ303、B信号用バッファ304に接続され、各色信号用バッファ302、303、304は領域抽出部305を介してそれぞれR信号用ブロックバッファ306、G信号用ブロックバッファ307、B信号用ブロックバッファ308に接続されている。R信号用ブロックバッファ306はR信号用平均分散算出部309とRGB切換部317とに接続され、G信号用ブロックバッファ307はG信号用平均分散算出部310とRGB切換部317とに接続され、B信号用ブロックバッファ308はB信号用平均分散算出部311とRGB切換部317とに接続されている。

【0047】R信号用平均分散算出部309、G信号用平均分散算出部310、B信号用平均分散算出部311は最大分散信号選択部312に接続されている。最大分散信号選択部312およびRGB切換部317は、信号変形部313と候補画像生成部314を介して、候補画像用バッファ315に接続されている。RGB切換部317はまた、欠落画素復元部318にも接続されている。候補画像用バッファ315は参照画像選択部316と欠落画素復元部318に接続されており、参照画像選択部316は欠落画素復元部318に接続されている。欠落画素復元部318は出力部319に接続されている。

【0048】また、制御部320は、入力部301と、領域抽出部305と、R信号用平均分散算出部309と、G信号用平均分散算出部310と、B信号用平均分散算出部311と、最大分散信号選択部312と、候補画像生成部314と、参照画像選択部316と、RGB切換部317と、欠落画素復元部318と、出力部319とに接続されている。

【0049】なお、本実施形態では上記した各機能の一部はハードウェアで構成され、入力部301は二板式CCDにより、出力部319は磁気ディスクにより、制御

部320はマイクロコンピュータにより構成される。

【0050】図9は図8に示す入力部301の具体的な構成の一例を示す図である。図9において、レンズ系401とG信号用ローパスフィルタ402とG信号用CCD404およびR、B信号用ローパスフィルタ403とR、B信号用CCD405が被写体を撮影可能に配置されている。G信号用CCD404は、A/D変換器406を介してG信号用バッファ303に接続されている。また、R、B信号用CCD405は、A/D変換器407とR/B分離回路408を介してR信号用バッファ302とB信号用バッファ304に接続されている。G信号用CCD404とR、B信号用CCD405は、G信号用CCD駆動回路410とR、B信号用CCD駆動回路411とにそれぞれ接続され、G信号用CCD駆動回路410とR、B信号用CCD駆動回路411とは、クロックジェネレータ409からのクロックに基づいてG信号用CCD404と、R、B信号用CCD405とを各々駆動する。

【0051】以下に上記した図8に示す構成の作用を図10のフローチャートを参照して説明する。

【0052】まず1フレーム分のRGB3信号が制御部320の制御により入力部301を介して読み込まれて、R信号用バッファ302、G信号用バッファ303、B信号用バッファ304に転送される（ステップS21）。次に、領域抽出部305は制御部320の制御に基づいて画像の走査を行って（ステップS22）、ある特定画素を中心とする所定サイズの矩形領域、例えば15×15サイズの領域内に存在する信号を抽出して（ステップS23）、それぞれR信号用ブロックバッファ306、G信号用ブロックバッファ307、B信号用ブロックバッファ308に転送する。R信号用平均分散算出部309、G信号用平均分散算出部310、B信号用平均分散算出部311は制御部320の制御に基づき、各信号用ブロックバッファ306、307、308内の矩形領域の色信号を読み出して各色信号の平均と分散とを算出する。

【0053】最大分散信号選択部312は制御部320の制御に基づき各平均分散算出部309、310、311で算出された平均と分散のうち、3色信号中最大の分散を有する色信号を選択して信号変形部313に転送する（ステップS24）。また、RGB切換部317は制御部320の制御に基づき、各信号用ブロックバッファ306、307、308内の矩形領域の色信号を順に読み出して信号変形部313に出力する。信号変形部313はRGB切換部317から転送される各色信号について最大分散を与える色信号か否かを判断して（ステップS25）、最大分散を与える色信号以外の色信号の分散と平均を、最大分散を与える色信号の平均と分散に等しくなるように変形して（ステップS26）、これを候補画像生成部314に順次転送する。ここで、最大分散を

与える色信号については変形することなくそのまま候補画像生成部314に転送する。

【0054】候補画像生成部314は、信号変形部313から転送された複数の変形された色信号を組み合わせて複数の参照候補画像を生成し（ステップS27）、これらを候補画像用バッファ315に転送する。すべての組み合わせの転送が終了すると、参照画像選択部316は制御部320の制御に基づき、最もエッジ強度の小さい、すなわち、最も局在性の優れた参照候補画像を参照画像として選択して（ステップS28）、選択結果を欠落画素復元部318に送る。欠落画素復元部318は、参照画像選択部316からの選択結果に対応する参照画像を候補画像用バッファ315から読み出す。この読み出しの終了後、欠落画素復元部318は制御部320の制御に基づき、RGB切換部317によって順に読み出されたR信号用ブロックバッファ306、G信号用ブロックバッファ307、B信号用ブロックバッファ308中の各色信号を受けて、上記した第1実施形態と同様に候補画像用バッファ315から読み出した参照画像を各色信号に適合するように変形して出力部319に転送する（ステップS29）。出力部319はこの変形された参照画像を積算して（ステップS30）、各色信号の欠落が復元された色信号として外部に出力する（ステップS31）。

【0055】このようにして上記処理を矩形ブロックが重複しないように各信号用バッファ302、303、304内のすべての画像が走査されて処理されることによ

$$\alpha_g = \pm \sqrt{\frac{\sigma_g^2}{\sigma_r^2}}, \beta_g = AV_g (1 - \alpha_g) \quad (12)$$

$$\alpha_b = \pm \sqrt{\frac{\sigma_g^2}{\sigma_b^2}}, \beta_b = AV_b (1 - \alpha_b) \quad (13)$$

(12)、(13)式に示されるように1つの色信号に関するゲインとバイアスの解は符号の異なる2組づつ算出され、G、B信号では4組の組み合わせが発生する。候補画像生成部314では、R信号と、上記ゲイン α_g 、 α_b とバイアス β_g 、 β_b によって変形された2組づつのG、B信号とを組み合わせ、4組の参照候補画像を生成し、これを候補画像用バッファ315へ転送する。参照画像選択部316は、ラプラシアンにより上記参照候補画像のうち、最もエッジ強度の小さい、すなわち、最も局在性の優れた参照候補画像を参照画像として選択する。この選択結果は欠落画素復元部318に転送され、第1実施形態と同様の方法で欠落画素が復元される。

【0060】上記したように、第2実施形態においては

※り（ステップS32）、1フレーム分の画像に対するすべての欠落が復元される。

【0056】なお、本実施形態のように二板式CCDを用いている場合、G信号用に関しては欠落のない信号が得られるものと見なすことができる。よって、G信号が十分に存在する領域では、カラーエッジモデルを使わなくとも参照画像を得ることができる。一方、赤や青の彩度が高い領域ではG信号のレベルが低く、ノイズによる影響を受けやすい。このような場合は、G信号から参照画像を得てR、B信号の欠落を復元することは信頼性に乏しく、高精度な再生画像を得ることは困難である。

【0057】このため、本実施形態ではR信号用平均分散算出部309、G信号用平均分散算出部310、B信号用平均分散算出部311においてR、G、Bの3つの色信号の各々について分散を算出して、最大分散信号選択部312において最大の分散を与える色信号を選択し、この最大の分散を与える色信号に基づきカラーエッジモデルを適用するようにしている。以下、最大の分散を与える色信号がR信号である場合を想定するが、他の色信号の場合でも同様に処理できる。

【0058】信号変形部313は、G、B信号の分散 σ_g 、 σ_b と平均 AV_g 、 AV_b を、R信号の分散 σ_r と平均 AV_r に一致させるためのゲイン α_g 、 α_b とバイアス β_g 、 β_b を以下の式を用いて算出する。

【0059】

【数3】

入力される色信号のうち最大の分散を与える色信号に基づいて他の色信号の分散と平均を合わせることで少数の参照候補画像を生成し、ラプラシアンに基づく局在性の評価から参照画像を選択して欠落信号を復元するようにしたので、従来の線形補間では不可能であった高周波成分を回復することができ、これによって高精細な復元画像を得ることができる。またこの場合、分散と平均を合わせるための計算量は少なく、高速に処理を行うことができる。

【0061】なお、本実施形態では二板式CCDを使用しているが、単板式CCD、例えばベイヤー型のフィルタ配置を用いた入力部に対してもそのまま適用することができる。また、変形のためのパラメータとして分散と平均を用いているがこれに限定される必要はない。例え

ば、最大値と最小値などを用いても同等の効果を得ることができる。

【0062】図11は本発明の第3実施形態に係る画像信号処理装置の機能ブロック図であり、以下に各機能の接続関係を説明する。

【0063】図11において、入力部501はR信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504に接続され、各色信号用バッファ502、503、504は領域抽出部505を介してそれぞれR信号用ブロックバッファ506、G信号用ブロックバッファ507、B信号用ブロックバッファ508に接続されている。R信号用ブロックバッファ506はR信号用最大最小算出部509とRGB切換部513とに接続され、G信号用ブロックバッファ507はG信号用最大最小算出部510とRGB切換部513とに接続され、B信号用ブロックバッファ508はB信号用最大最小算出部511とRGB切換部513とに接続されている。

【0064】各信号用最大最小算出部509、510、511は最大レンジ信号選択部512に接続されている。最大レンジ信号選択部512は、処理切換部514および信号変形部517に接続されている。RGB切換部513は処理切換部514に接続されている。処理切換部514は、線形補間部515、欠落画素復元部516、信号変形部517に接続されている。線形補間部515は出力部523に接続されている。信号変形部517は、候補画像生成部518を介して、候補画像用バッファ519に接続されている。候補画像用バッファ519は参照画像選択部520と欠落画素復元部516に接続されており、参照画像選択部520は欠落画素復元部516に接続されている。欠落画素復元部516は、収束判定部521を介して輝度信号生成部522と出力部523に接続されている。輝度信号生成部522は欠落画素復元部516に接続されている。

【0065】また、制御部524は、入力部501、領域抽出部505、R信号用最大最小算出部509、G信号用最大最小算出部510、B信号用最大最小算出部511、最大レンジ信号選択部512、RGB切換部513、処理切換部514、欠落画素復元部516、候補画像生成部518、参照画像選択部520、出力部523に接続されている。

【0066】なお、本実施形態では上記した各機能の一部はハードウェアで構成され、入力部501は単板式CCD(図3参照)により、出力部523は磁気ディスクにより、制御部524はマイクロコンピュータにより構成される。

【0067】図12(a)、(b)は入力部501におけるフィルタ配置の具体的構成を示す図である。カラーエッジモデルによる復元は、全入力信号を用いて参照画像を作成するため、各色信号の頻度は均一でランダムに配置されていることが望ましい。しかしながら、全画素

をランダムに配置すると配置情報を記録する必要が生じ煩雑である。

【0068】このため、第1実施形態で示したように、基本となる矩形領域の構成を反復してフィルタを配置することが考えられる。このとき、基本となる矩形領域に関して、

- ・使用される色信号の総数を j 、 k を2以上の整数としたとき、 $j \times k$ サイズ
- ・矩形領域内の各色信号の出現頻度が均等
- ・水平垂直方向において各色信号の出現頻度が2以上 j 未満の制約を満たすフィルタ配置を用いる。

【0069】図12(a)は、RGB3信号に関して 6×6 サイズの基本配置の一例を示しているが、図12(b)に示すようにこの同心円状のパターンを用いて疑似的に矩形領域内をランダム化することも考えられる。まず、矩形領域の任意の位置 (dx, dy) 、 $0 \leq dx \leq j$ 、 $0 \leq dy \leq k$ を中心とする半径 r の円を考え、この円の軌跡が整数座標と交差する時の半径 r を求める。この半径 r を整数化し、色信号の総数を j で除算する。RGB3信号の場合は3で除算することになり、余りは0、1、2の3通りとなる。この余りに各色信号を当てはめることで、例えば0ならばR、1ならばG、2ならばB信号と仮定することで疑似的なランダムパターンが得られる。

【0070】以下に上記した図11に示す構成の作用を図13のフローチャートを参照して説明する。

【0071】図13において、1フレーム分のRGB3信号が制御部524の制御の基に入力部501を介して読み込まれて、R信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504に転送される(ステップS41)。次に、領域抽出部505は制御部524の制御に基づき、画像の走査を行なって(ステップS42)、各色信号用バッファ502、503、504内の1フレーム分の各色信号から、ある特定画素を中心とする所定サイズの矩形領域、例えば 5×5 サイズの領域内に存在する信号を抽出して(ステップS43)、それぞれR信号用ブロックバッファ506、G信号用ブロックバッファ507、B信号用ブロックバッファ508に転送する。各ブロックバッファ506、507、508内の矩形領域の色信号は順次、RGB切換部513による切換制御に基づいて処理切換部514に転送される。また、これと同時にR信号用最大最小算出部509、G信号用最大最小算出部510、B信号用最大最小算出部511に転送される。制御部524は、各最大最小算出部509、510、511及び最大レンジ信号選択部512での処理が完了するまで、処理切換部514の動作を抑制する。各最大最小算出部509、510、511にて各信号の最大と最小値が算出され(ステップS44)、最大レンジ信号選択部512へ転送される。最大レンジ信号選択部512では、最大値と最小値間の差分

からレンジを求め、3信号中最大のレンジを有する信号が選択され(ステップS45)、処理切換部514と信号変形部517へ転送される。

【0072】処理切換部514では、制御部524の制御に基づき、最大レンジ信号選択部512での処理結果が転送された後に動作を開始する。ここでは、最大レンジ信号選択部512からの最大のレンジを有する信号のレンジが所定の閾値(例えば信号が0~1023の10bit精度であるときは32などの値)より大きいかな

かを判断し(ステップS46)、YESの場合は欠落画素復元部516を選択し、NOの場合は平坦な領域と判断して線形補間部515を選択する。

【0073】線形補間部515が選択された場合は、公知の線形補間により各色信号の欠落画素を復元して出力部523へ出力する(ステップS58、S59)。また、欠落画素復元部516が選択された場合には、制御部524の制御に基づき、信号変形部517の処理に移行する。信号変形部517では、処理切換部514から転送される各色信号に関して、最大レンジを与える信号

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (14)$$

かなかを判断し(ステップS47)、NOの場合はこの*20

(14)式で得られる輝度信号Yは、RGB3信号から合成されるために3信号間のばらつきが抑制されてより局在化された信号となる。輝度信号生成部522はこの輝度信号Yを新たな参照画像として欠落画素復元部516に転送する(ステップS57)。欠落画素復元部516は再度の復元処理を行ってその結果を収束判定部521に転送する。収束判定部521は、2回目以降の処理に関しては前回復元された色信号と今回復元された色信号との差の絶対値の2乗の総和を求め、この総和が所定の閾値以下になるまで上記処理を反復する(ステップS54)。ここで閾値は、使用する矩形領域のサイズにより異なるが、1画素あたりに換算したときに例えば10程度の値を用いる。閾値以下になった場合は処理が収束したものと判断して、復元された色信号を出力部523に転送する(ステップS55)。

【0077】このようにして上記処理を矩形領域が重複しないように各信号用バッファ502、503、504内のすべての画像が走査されて処理されることにより(ステップS56)、1フレーム分の画像に対するすべての欠落が復元される。

【0078】上記したように第3実施形態においては、最大のレンジを与える色信号を決定し、この色信号に最大最小値を合わせることで参照画像を求め、この参照画像から欠落した色信号を復元する。その後、回復された輝度信号から新たな参照画像を求めて再度復元処理をおこない、復元画像が収束するまで反復する。これにより、より局在化された参照画像による復元が行われるため、より高精細な復元画像が得られる。また、色信号のレンジに基づき線形補間との切り換えを行うため、高速

* 信号のレンジを最大レンジを与える信号のレンジに等しくなるように変形し(ステップS48)、これを候補画像生成部518に順次転送する。なお、最大レンジを与える信号の場合は、変形することなくそのまま候補画像生成部518に転送される。

【0074】候補画像生成部518、候補画像用バッファ519、参照画像選択部520では、上記した第2実施形態と同様の方法によって複数の候補画像を生成し(ステップS49)、そのエッジ強度に基づいて参照画像を選択して欠落画素復元部516に転送する(ステップS50)。欠落画素復元部516は各色信号に適合するように参照画像を変形することにより欠落した色信号を復元して積算する(ステップS51、S52)。

【0075】収束判定部521は初回の処理であるかなかを判定し(ステップS53)、初回の処理である場合には復元された色信号を無条件に輝度信号生成部522に転送する。輝度信号生成部522は、RGB3信号から以下の式を用いて輝度信号Yを生成する。

【0076】

に処理を行うことができる。

【0079】なお、本実施形態では最大値と最小値間の差分から求められる最大レンジを用いて色信号の選択を行っているがこれに限定される必要はなく、分散やエッジ強度など評価基準を用いることも可能である。また、フィルタ配置に関しても図12に示される配置に限定される必要はなく、ランダム性を満たすものであるならば他の構成でもよい。

【0080】図14は第4実施形態に係る画像入力処理装置の機能ブロック図であり、以下に各機能の接続関係を説明する。

【0081】図14において、入力部601は、R信号用バッファ602、G信号用バッファ603、B信号用バッファ604に接続され、さらに、領域抽出部605を介してそれぞれR信号用ブロックバッファ606、G信号用ブロックバッファ607、B信号用ブロックバッファ608に接続されている。R信号用ブロックバッファ606は分散算出部609とRGB切換部613と信号変形部651に、G信号用ブロックバッファ607は分散算出部610とRGB切換部613と信号変形部651に、B信号用ブロックバッファ608はRGB切換部613に接続されている。分散算出部609、610は最大分散決定部650を介して信号変形部651に接続されている。

【0082】この信号変形部651は参照画像用バッファ611と近似参照画像選択部652を介して欠落画素復元部614に接続されるとともに、参照画像用バッファ611と平滑化処理部612を介して欠落画素復元部614に接続されている。近似参照画像選択部652は

平滑化処理部612にも接続されている。RGB切換部613は欠落画素復元部614と加算平均部615とを介して出力部616に接続されている。また、制御部617は、入力部601、領域抽出部605、分散算出部609、610、信号変形部651、近似参照画像選択部652、RGB切換部613、欠落画素復元部614、加算平均部615、出力部616に接続されている。

【0083】図15は上記した信号変形部651の具体的な構成を示す図であり、R信号用ブロックバッファ606と、G信号用ブロックバッファ607と、最大分散決定部650と、制御部617からの信号を受ける選択部651Aと、ゲインバイアス算出部651Bと、演算部651Cとが順に接続されている。

【0084】なお、本実施形態では上記した各機能の一部はハードウェアで構成され、入力部601は単板式CCDにより、出力部616は磁気ディスクにより、制御部617はマイクロコンピュータにより構成される。

【0085】図16(a)～図16(d)は、本実施形態の単板式CCDにおけるフィルタ配置の具体的な構成を示す図である。ここでは、図16(a)に示すような4×2のサイズと、図16(b)に示すような6×3のサイズを基本配置とし、このような基本配置を反復して配置することによりCCD上の全画素を充填するようにしている。図16(c)は図16(a)の基本配置を反復して配置したものであり、図16(d)は図16(b)の基本配置を反復して配置したものである。

【0086】図16(a)の基本配置ではRGB3信号の出現頻度は3:3:2、図16(b)の基本配置では4:4:1となるように設定されている。これらの出現頻度はレンズ系の収差量に応じて変更できる。すなわち、レンズ系の収差量が増加すると高周波成分は劣化するため、対応する色信号の出現頻度を減らしてもよい。色信号の出現頻度は収差量から算出される高周波成分の限界値に従って調整できる。

【0087】以下に上記した図14に示す構成の作用を図17のフローチャートを参照して説明する。

【0088】以下の説明では入力部601で用いられるレンズ系はR、G信号に対しては収差が微小であり、B信号に対しては収差が大きいことを想定する。また、レンズ系の収差量は予め測定してあるものとする。1フレーム分のRGB3信号が制御部617の制御に基づき入力部601を介して読み込まれて、R信号用バッファ602、G信号用バッファ603、B信号用バッファ604に転送される(ステップS61)。領域抽出部605は制御部617の制御に基づき、画像の走査を行って

(ステップS62)、各信号用バッファ602、603、604内の1フレーム分の各色信号から、ある特定画素を中心とする所定サイズの矩形領域、例えば7×7サイズの領域内に存在する信号を抽出して(ステップS

63)、それぞれR信号用ブロックバッファ606、G信号用ブロックバッファ607、B信号用ブロックバッファ608に転送する。

【0089】RGB切換部613は制御部617の制御に基づき、各ブロックバッファ606、607、608内の矩形領域の色信号を順次読み出して、欠落画素復元部614に転送する。欠落画素復元部614は入力された色信号の色収差量が大きいか否かを判断して(ステップS64)、大きい場合はステップS72に移行する。ここではレンズ系に対する収差が大きいB信号である場合にステップS72に移行する。一方、レンズ系に対する収差が小さいR、G信号である場合はステップS65に移行する。

【0090】ここで処理が制御部617を介して分散算出部609、610に移行する。すなわち、分散算出部609、610は制御部617の制御に基づき、それぞれ各ブロックバッファ606、607内の各色信号を読み出して各色信号の分散を算出する。次に最大分散決定部650は算出された各分散のうち、最大の分散をもつ色信号を決定する(ステップS65)。

【0091】信号変形部651の選択部651A(図15)は制御部617の制御に基づき、最大分散決定部650からの色信号が最大分散を有する信号か否かによって各ブロックバッファ606、607内の矩形領域の各色信号の一方を選択する(ステップS66)。各ブロックバッファ606、607内の矩形領域の各色信号のうち、最大分散に対応する色信号は変形されることなしに参照画像用バッファ611へ出力される。最大分散の色信号でないものについてはゲイン・バイアス算出部651Bに出力される。ゲイン・バイアス算出部651Bは入力された色信号についてそのゲイン α_i とバイアス β_i とを算出して(ステップS67)、当該色信号とともに演算部651Cへ出力する。演算部651Cは算出されたゲイン α_i とバイアス β_i とを用いて当該色信号を変形して参照画像バッファ611へ出力する(ステップS68)。最大分散に対応する変形なしの色信号と変形された色信号とが参照画像用バッファ611内に積算されることにより複数の近似参照画像が生成される(ステップS69)。

【0092】生成された複数の近似参照画像は平滑化処理部612および近似参照画像選択部652へ転送される。近似参照画像選択部652は第1実施形態と同様にエッジ強度に基づいて近似参照画像を選択し(ステップS70)、平滑化処理部612と欠落画素復元部614へ転送する。平滑化処理部612はB信号についてのレンズ系の収差量に応じて近似参照画像を平滑化して平滑化近似参照画像を生成して欠落画素復元部614へ転送する(ステップS71)。

【0093】欠落画素復元部614はRGB切換部613を介して読み込んだR、G、Bの色信号のうち、B信

号を平滑化近似参照画像に基づいて変形する（ステップ S 7 2）。そして、この変形された色信号と近似参照画像とを積算して参照画像を得（ステップ S 7 3）、この参照画像に基づき欠落する色信号の復元を行なって加算平均部 6 1 5 へ転送する（ステップ S 7 4）。

【0094】このようにして上記処理を矩形ブロックが重複しないように各信号用バッファ 6 0 2、6 0 3、6 0 4 内のすべての画像が走査されて処理されることにより（ステップ S 7 5）、1 フレーム分の画像に対するすべての欠落が復元される。復元された色信号は加算平均部 6 1 5 に転送される。この加算平均部 6 1 5 には、矩形領域が 7 × 7 サイズであるならば、1 つの画素に関して 4 9 個の復元された色信号が転送されることになる。加算平均部 6 1 5 はこれらの色信号を加算平均して（ステップ S 7 6）、出力部 6 1 6 へ出力する。

【0095】図 1 8 (a) ~ 図 1 8 (o) は、色収差の存在下においてカラーエッジモデルを用いて欠落画素を復元する方法を説明するための図である。以下は、一次元の場合に関して説明する。図 1 8 (a)、(b)、

(c) はそれぞれ、RGB 3 信号における原画像の形状を示す。図 1 8 (d)、(e)、(f) はそれぞれ、色収差のあるレンズ系で撮像されたときの RGB 3 信号の劣化状態を示している。ここでは図に示すように B 信号のみに色収差があることを仮定している。これらの色信号が、図 1 8 (g) に示されるフィルタ配置の単板 CCD で撮像されたとすると、得られる色信号はそれぞれ、図 1 8 (h)、(i)、(j) に示されるものになる。

【0096】ここで、第 1 実施形態と同様に、図 1 8 (h) の R 信号及び、図 1 8 (i) の G 信号のゲインとバイアスをそれぞれ調整すれば、図 1 8 (k)、図 1 8 (l) に示される基本的なエッジ構造を有する複数の参照画像が得られる。この複数の参照画像の中から最も局在性の優れたもの、すなわち、エッジ強度の小さい参照画像を選択すればよい。ただし、このようにして得られる参照画像は B 信号に対応する画素が欠落しており、完全な参照画像とは異なる。したがって、これを近似参照画像と呼ぶ。

【0097】次に、この近似参照画像を色収差の量に対応して平滑化することで、図 1 8 (m) に示す平滑化近似参照画像が得られる。この平滑化近似参照画像に基づいて B 信号のゲインとバイアスを調整することで図 1 8 (j) の B 信号の変形を行う（図 1 8 (n)）。そして、よりエッジ強度の小さい図 1 8 (l) の近似参照画像と、図 1 8 (n) の変形された B 信号とを合成することで、図 1 8 (o) に示すような最終的な参照画像が得られる。以後の復元処理は第 1 実施形態と同様である。

【0098】上記した第 4 実施形態においては、まず、色収差の少ない信号を用いて近似的な参照画像を得る。そして、この参照画像を平滑化することで色収差の多い信号との適合を行って完全な参照画像を得、この参照画

像から欠落信号を復元するようにしている。したがって、安価なレンズ系を用いた場合でも高精細な復元画像を生成できる。また、RGB 3 信号の出現頻度が色収差に応じて調整されているため、効率的な撮像が可能となる。

【0099】なお、本実施形態では B 信号に色収差が存在することを仮定したが、これに限定される必要はなく、任意の信号に対しても同様に処理することができる。

10 A. 上記した具体的実施形態から以下のような構成の発明が抽出される。

(1) 1 つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも 1 つ以上の色信号が欠落する画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号を所定の構造モデルと評価関数に基づいて変形および合成することで参照画像を生成する参照画像生成手段と、この参照画像生成手段で生成された参照画像に基づき、欠落する色信号を復元する復元手段と、を具備することを特徴とする画像信号処理装置。

(2) 上記参照画像生成手段は、上記構造モデルとして複数の色信号が同一のエッジパターンを共有するカラーエッジモデルを用いることを特徴とする構成 (1) に記載の画像信号処理装置。

(3) 1 つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも 1 つ以上の色信号が欠落する画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号ごとに所定のパラメータを算出し、このパラメータに基づき 1 つの色信号を選択する色信号選択手段と、この色信号選択手段で選択された色信号以外の色信号に関して、上記パラメータが選択された色信号のパラメータと同一となるように色信号を変形する変形手段と、この変形手段で変形された複数の各色信号と上記色信号選択手段によって選択された色信号とを合成して複数の参照候補画像を生成する候補画像生成手段と、この候補画像生成手段で生成された複数の参照候補画像から、所定の評価関数に基づき 1 つの参照画像を選択する参照画像選択手段と、上記参照画像選択手段で選択された参照画像に基づき、欠落する色信号を復元する復元手段と、を具備することを特徴とする画像信号処理装置。

(4) 上記色信号選択手段および上記変形手段は、各色信号の平均および分散または最大値および最小値をパラメータとして用いることを特徴とする構成 (3) に記載の画像信号処理装置。

50 (5) - 1

上記参照画像生成手段は、上記評価関数として各色信号に対しラプラシアンを施して得られるエッジ強度、または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いることを特徴とする構成(1)または(2)に記載の画像信号処理装置。

(5) - 2

上記参照画像選択手段は、上記評価関数として各色信号に対しラプラシアンを施して得られるエッジ強度、または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いることを特徴とする構成(3)に記載の画像信号処理装置。

(6) - 1

前記抽出手段の出力である色信号を所定の評価基準により判断し、構成(3)記載の上記色信号選択手段およびそれ以降の処理手段に処理させるか、あるいは線形補間復元手段に処理させるかを選択する選択手段を備える構成(3)に記載の画像信号処理装置。

(6) - 2

前記抽出手段の出力である色信号を所定の評価基準により判断し、構成(1)記載の上記参照画像生成手段およびそれ以降の処理手段に処理させるか、あるいは線形補間復元手段に処理させるかを選択する選択手段を備える構成(1)または(2)に記載の画像信号処理装置。

(6) - 1 1

前記所定の評価基準による判断は、前記抽出手段の出力である色信号のエッジ強度、分散、あるいは最大最小値のどれかを算出し、その算出値を所定の閾値と比較することで行われる構成(6) - 1に記載の画像信号処理装置。

(6) - 1 2

前記所定の評価基準による判断は、前記抽出手段の出力である色信号のエッジ強度、分散、あるいは最大最小値のどれかを算出し、その算出値を所定の閾値と比較することで行われる構成(6) - 2に記載の画像信号処理装置。

(7) 上記複数の色信号を被写体を撮像することで得る撮像装置を有する入力手段をさらに具備し、前記撮像装置の各画素は一つの色信号に対応する色フィルタを有し、前記色フィルタの空間的配置は m 、 n を3以上の整数とする $m \times n$ サイズの矩形領域の反復で構成され、上記矩形領域内で各色信号の出現頻度が均等になるように設定されていること、を特徴とする構成(1) ~ (3)に記載の画像入力処理装置。

(8) 上記複数の色信号を被写体を撮像することで得る撮像装置を有する入力手段をさらに具備し、前記撮像装置の各画素は一つの色信号に対応する色フィルタを有し、前記色フィルタの空間的配置は、使用される色信号の総数を j 、また k を2以上の整数としたとき $j \times k \times j$

k サイズの矩形領域の反復で構成され、上記矩形領域内の各色信号の出現頻度が均等であつ水平垂直方向において各色信号の出現頻度が2以上 j 未満となるように設定されていること、を特徴とする構成(1) ~ (3)に記載の画像入力処理装置。

(9) 上記複数の色信号を被写体を撮像することで得る撮像装置を有する入力手段をさらに具備し、前記撮像装置の各画素は一つの色信号に対応する色フィルタを有し、前記色フィルタの空間的配置は、使用される色信号の総数を j 、また k を2以上の整数としたとき $j \times k \times j$ サイズの矩形領域の反復で構成され、上記矩形領域内の各色信号の出現頻度が均等であつその配置が矩形領域内の一点を中心とする同心円の軌跡が整数座標と交わるときの半径を j で除算したときの剰余に基づき設定されていること、を特徴とする構成(1) ~ (3)に記載の画像入力処理装置。

(10) 上記復元手段は、上記参照画像に基づき復元された各色信号から輝度信号を生成する輝度信号生成手段と、上記輝度信号の分布に基づき上記輝度信号を用いた復元処理を反復させる収束判断手段と、を含むことを特徴とする構成(1) ~ (3)に記載の画像信号処理装置。

(11) 1つの画素が有する画像信号が複数の色信号から構成され、画素の位置に応じて少なくとも1つ以上の色信号が欠落する画像信号を入力処理する画像入力処理装置において、色収差を生じる光学レンズ系と、この色収差量に基づき色信号の出現頻度が調整された撮像装置とからなる入力手段と、この入力手段から得られた画像信号から、指定された画素を包含する所定サイズの局所領域の色信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された局所領域内の各色信号中で、色収差量の少ない色信号を所定の構造モデルと評価関数に基づき変形および合成することで近似参照画像を生成する近似参照画像生成手段と、この近似参照画像生成手段で生成された近似参照画像を色収差量の多い色信号の色収差量に基づき平滑化する平滑化手段と、上記近似参照画像生成手段で生成された近似参照画像と上記平滑化手段で平滑化された近似参照画像とに基づき参照画像を生成し、欠落する色信号を復元する復元手段と、を具備することを特徴とする画像入力装置。

(12) 上記近似参照画像生成手段は、上記構造モデルとして複数の色信号が同一のエッジパターンを共有するカラーエッジモデルを用いることを特徴とする構成(11)に記載の画像入力処理装置。

(13) 上記近似参照画像生成手段は、上記評価関数として各色信号に対しラプラシアンを施して得られるエッジ強度、または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いることを特徴とする構成(11)に記載の画像入力処理装置。

B. 上記した構成(1)～(13)についての「発明が解決しようとする課題」は以下の通りである。

構成(1)、(2)、(5)－1、2

従来技術は、輝度信号を線形補間で、色差信号を線形補間または輝度信号に基づき補っており、欠落する色信号を高精度に復元するという点について対応することができない。本発明はこの点に着目し、画像の構造モデルに基づき欠落する色信号を高精度に復元することができる画像信号処理装置を提供することを目的とする。

構成(3)、(4)、(5)－1、2、(6)－1、2、11、12

従来技術は、輝度信号を線形補間で、色差信号を線形補間または輝度信号に基づき補っており、欠落する色信号を高精度に復元するという点について対応することができない。本発明はこの点に着目し、画像の構造モデルに基づき欠落する色信号を高精度かつ高速に復元することができる画像信号処理装置を提供することを目的とする。

構成(7)、(8)、(9)

従来技術は、色差信号を輝度信号に基づき補っており、予め輝度信号に相当するフィルタ数を色差信号に対応するフィルタ数より多くする必要があり、均等な比率のフィルタ配置には対応することができない。本発明はこの点に着目し、各色信号の比率が均等な場合において欠落する色信号を高精度に復元することができる画像信号処理装置を提供することを目的とする。

構成(10)

従来技術は、輝度信号を線形補間で、また色差信号を線形補間または輝度信号に基づき補っており、欠落する色信号を高精度に復元するという点について対応することができない。本発明はこの点に着目し、画像の構造モデルを反復的に使用することに基づき欠落する色信号を高精度に復元することができる画像信号処理装置を提供することを目的とする。

構成(11)、(12)、(13)

従来技術は、輝度信号を線形補間で、また色差信号を線形補間または輝度信号に基づき補っており、特定の信号が劣化するような色収差の生じる安価な光学レンズ系に対応することができない。本発明はこの点に着目し、画像の構造モデルを色収差に基づき平滑化する事で安価な光学レンズ系を使用して得られた信号に関しても欠落する色信号を高精度に復元することができる画像入力処理装置を提供することを目的とする。

C. 上記した構成(1)～(13)についての「対応する発明の実施の形態」、「作用」、「効果」は以下の通りである。

構成(1)、(2)、(5)－1、2、(6)－1、2、11、12、(7)

「対応する発明の実施の形態」この発明には、少なくとも上記した第1実施形態が対応する。構成中の入力手段

は図3のCCD203を含み、このCCD203における色フィルタの空間的配置は m 、 n を3以上の整数とする $m \times n$ サイズの矩形領域の反復で構成され、上記矩形領域内で各色信号の出現頻度が均等になるように設定されている。構成中の抽出手段は、図1に示される領域抽出部105を含む。構成中の参照画像生成手段は、図1の分散算出部109、110、111、最大分散決定部150、信号変形部151、参照画像用バッファ112を含む。構造モデルとしては、例えば複数の色信号が同一のエッジパターンを共有するカラーエッジモデルを用いる。また、評価関数としては例えば、各色信号に対してラプラシアンを施して得られるエッジ強度、または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いる。構成中の復元手段は、選択手段である図1のエッジ強度算出部114および線形補間部115、欠落画素復元部116を含む。エッジ強度算出部114は例えば、エッジ強度または分散または最小最大値などの評価基準に基づき線形補間部115と欠落画素復元部116とを切り換える。

【0100】この発明の好ましい適用例は以下の通りである。図1、図3、図4に示す入力部101からの画像信号をR信号用バッファ102、G信号用バッファ103、B信号用バッファ104にて保存し、領域抽出部105にて所定サイズの領域の色信号を抽出してR信号用ブロックバッファ106、G信号用ブロックバッファ107、B信号用ブロックバッファ108に転送する。エッジ強度算出部114は、R信号用ブロックバッファ106、G信号用ブロックバッファ107、B信号用ブロックバッファ108中の全色信号のエッジ強度に基づき、線形補間部115か、または欠落画素復元部116を選択する。線形補間部115が選択された場合は公知の線形補間により欠落画素を復元して出力部117へ転送する。欠落画素復元部116が選択された場合には、信号変形部151は、最大分散決定部150からの最大分散に関する情報に基づいて、図6に示すカラーエッジモデルを用いて各色信号を変形する。これらの色信号は参照画像用バッファ112に積算されることで参照画像が生成される。欠落画素復元部116は図7に示すように参照画像に基づいて欠落画素を復元して出力部117へ転送する。

「作用」各色信号のエッジ強度に基づき通常の線形補間による復元と構造モデルによる復元とを切り換え、構造モデルによる復元が選択された場合にはカラーエッジモデルから参照画像を生成し、この参照画像から欠落画素の情報を復元する。

「効果」構造モデルによる復元は、 $5 \times 5 \sim 15 \times 15$ 程度の広い領域の全信号を用いて参照画像を生成するため、三板式の撮像装置を用いて撮像した場合の精度と同等の精度で欠落画素を復元することが可能となる。ま

た、エッジ強度を算出して平坦部分については通常の線形補間を行うようにすることで、処理の高速化も可能となる。

構成(3)、(4)、(5)－1、2

「対応する発明の実施の形態」この発明は、少なくとも上記した第2実施形態に対応する。構成中の抽出手段は、図8に示される領域抽出部305を含む。構成中の信号選択手段は、図8のR信号用平均分散算出部309、G信号用平均分散算出部310、B信号用平均分散算出部311、最大分散信号選択部312を含む。構成中の変形手段は、図8の信号変形部313を含む。抽出手段および変形手段では、各色信号の平均および分散に基づき抽出と変形を行うが、最大および最小値に基づき抽出、変形を行うことも可能である。構成中の候補画像生成手段は、図8の候補画像生成部314を含む。構成中の参照画像選択手段は、図8の参照画像選択部316を含む。評価関数としては例えば、各色信号に対してラプラシアンを施すことにより得られるエッジ強度、または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いる。構成中の復元手段は、図8の欠落画素復元部318を含む。

【0101】この発明の好ましい適用例は以下の通りである。図8、図9に示す入力部301からの画像信号をR信号用バッファ302、G信号用バッファ303、B信号用バッファ304にて保存し、領域抽出部305にて所定サイズの領域の色信号を抽出してR信号用ブロックバッファ306、G信号用ブロックバッファ307、B信号用ブロックバッファ308へ転送する。R信号用平均分散算出部309、G信号用平均分散算出部310、B信号用平均分散算出部311は各信号用ブロックバッファ306、307、308内の各色信号を読み出してその平均と分散とを算出する。最大分散信号選択部312は最大の分散を与える色信号を選択し、信号変形部313はこの最大の分散を与える色信号の平均と分散に一致するようにこのほかの色信号を変形する。候補画像生成部314は最大の分散を与える色信号と変形された色信号とを組み合わせることで複数の候補画像を生成する。参照画像選択部316はこの複数の候補画像からエッジ強度に基づき1つの参照画像を選択し、欠落画素復元部318は選択された参照画像に基づき欠落画素を復元して出力部319へ転送する。

「作用」入力される各色信号から最大分散を与える信号を選択して、この色信号に合わせて他の色信号を変形した後、これらの色信号を組み合わせることで参照画像の候補を複数生成する。これらの候補からエッジ強度に基づき参照画像を選択し、この参照画像から欠落画素の情報を復元する。

「効果」最大分散を与える信号に他の色信号を合わせることでエッジ強度に基づき選択することによって計算量

を少なくできるため、高速に参照画像を生成することができる。この参照画像は、 $5 \times 5 \sim 15 \times 15$ 程度の広い領域の全信号を用いて生成されるため、三板式に匹敵する精度で欠落画素を復元することが可能となる。

構成(3)、(4)、(5)－1、2、(6)－1、2、11、12、(8)、(9)、(10)

「対応する発明の実施の形態」この発明は、少なくとも上記した第3実施形態に対応する。構成中の入力手段はCCDを含み、このCCDにおける色フィルタの空間的配置は例えば、使用される色信号の総数を j 、かつ k を2以上の整数としたときに、 $j \times k \times j \times k$ サイズの矩形領域の反復で構成され、上記矩形領域内の各色信号の出現頻度が均等でかつ水平垂直方向において各色信号の出現頻度が2以上 j 未満となるように設定される。または、使用される色信号の総数を j 、かつ k を2以上の整数としたときに $j \times k \times j \times k$ サイズの矩形領域の反復で構成され、上記矩形領域内の各色信号の出現頻度が均等でかつその配置が矩形領域内の一点を中心とする同心円の軌跡が整数座標と交わるときの半径を j で除算したときの剰余に基づいて設定される。構成中の抽出手段は、図11に示される領域抽出部505を含む。構成中の信号選択手段は、図11のR信号用最大最小算出部509、G信号用最大最小算出部510、B信号用最大最小算出部511、最大レンジ信号選択部512を含む。構成中の変形手段は、図11の信号変形部517を含む。抽出手段および変形手段は、各色信号の最大値および最小値に基づき抽出と変形を行うが、平均および分散に基づき抽出、変形を行うことも可能である。構成中の候補画像生成手段は、図11の候補画像生成部518を含む。構成中の参照画像選択手段は、図11の参照画像選択部520を含む。評価関数としては例えば、各色信号に対してラプラシアンを施すことにより得られるエッジ強度または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いる。構成中の復元手段は、選択手段である図11の処理切換部514及び、線形補間部515、欠落画素復元部516、収束判定部521、輝度信号生成部522を含む。処理切換部514は例えば、エッジ強度または分散または最小最大値などの評価基準に基づき線形補間部515と欠落画素復元部516とを切り換える。輝度信号生成部522は参照画像に基づき復元された各色信号から輝度信号を生成し、収束判定部521は上記輝度信号の分布に基づき上記輝度信号を用いた復元処理を反復させる。

【0102】この発明の好ましい適用例は以下の通りである。図11に示す入力部501からの画像信号をR信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504にて保存する。領域抽出部505は所定サイズの領域の色信号を抽出してR信号用ブロックバッファ506、G信号用ブロックバッファ507、B信

号用ブロックバッファ508を介してR信号用最大最小算出部509、G信号用最大最小算出部510、B信号用最大最小算出部511に出力する。ここで各色信号の最大と最小値が算出され、最大レンジ信号選択部512にて最大のレンジ(=最大値-最小値)を与える色信号が選択され、処理切換部514に転送される。処理切換部514にて最大レンジに基づき、線形補間部515または欠落画素復元部516が選択され、線形補間部515が選択された場合は公知の線形補間により欠落画素が復元され出力部523へ転送される。欠落画素復元部516が選択された場合は、信号変形部517にて最大のレンジを与える色信号の最大と最小値に一致するようにこの他の色信号を変形し、候補画像生成部518にて最大のレンジを与える色信号と変形された色信号を組み合わせることによって複数の候補画像を生成し、参照画像選択部520にて複数の候補画像からエッジ強度に基づき1つの参照画像を選択する。欠落画素復元部516はこの参照画像に基づき欠落画素を復元して収束判定部521に転送する。収束判定部521は初回の処理の場合は無条件に、2回目以降は前回復元された画像との差の絶対値の2乗の総和が所定の閾値以下になるまで復元された色信号を輝度信号生成部522へ転送する。輝度信号生成部522は復元された色信号から輝度信号を合成し、欠落画素復元部516は上記輝度信号に基づき再度復元処理を行なう。そして、収束判定部521において前回の復元された画像との差の絶対値の2乗の総和が所定の閾値以下になった場合に復元された画像を出力部523へ転送する。

(作用) 入力される各色信号から最大レンジを与える信号を選択して、この色信号に合わせて他の色信号を変形した後、これらの色信号を組み合わせることで参照画像の候補を複数生成する。これら複数の候補からエッジ強度に基づき参照画像を選択し、この参照画像から欠落画素の情報を復元する。さらに、復元された画像から輝度信号を生成し、これを用いて再度復元処理を行い、前回復元された画像に対して変化が所定の閾値以下になるまで反復する。

(効果) 最大レンジを与える信号に他の色信号を合わせることとエッジ強度に基づき選択することによって計算量を少なくできるため、高速に参照画像を生成することができる。この参照画像は、 $5 \times 5 \sim 15 \times 15$ 程度の広い領域の全信号を用いて生成されるため、三板式に匹敵する精度で欠落画素を復元することが可能となる。さらに、輝度信号を用いて反復的に復元処理を行うため、より高精度な欠落画素の復元が可能となる。

構成(11)、(12)、(13)

「対応する発明の実施の形態」この発明は、少なくとも上記した第4実施形態に対応する。構成中の入力手段は、図14の入力部601を含む。構成中の抽出手段は、図14に示される領域抽出部605を含む。構成中

の近似参照画像生成手段は、図14の分散算出部609、610、最大分散決定部650、信号変形部651、参照画像用バッファ611を含む。構造モデルとしては例えば、複数の色信号が同一のエッジパターンを共有するカラーエッジモデルを用いる。また、評価関数としては例えば、各色信号に対してラプラシアンを施すことにより得られるエッジ強度、または各色信号の濃度共起行列から算出されるエネルギーまたはエントロピーまたは相関または局所一様性または慣性を用いる。構成中の平滑化手段は、図14の平滑化処理部612を含む。構成中の復元手段は、図14の欠落画素復元部614、加算平均部615を含む。

【0103】この発明の好ましい適用例は以下の通りである。図14および図16に示す入力部601からの画像信号をR信号用バッファ602、G信号用バッファ603、B信号用バッファ604にて保存する。領域抽出部605は所定サイズの領域の色信号を抽出してR信号用ブロックバッファ606、G信号用ブロックバッファ607、B信号用ブロックバッファ608へ転送する。分散算出部609、分散算出部610は各々R、Gの色信号の分散を算出し、最大分散決定部650で最大の分散をもつ色信号を決定する。信号変形部651は最大の分散に対応する色信号以外の色信号を、最大の分散を持つ色信号のゲインとバイアスに基づいて変形する。これらの色信号が参照画像用バッファ611において積算されることで近似参照画像が生成される。平滑化処理部612はこの近似参照画像を色収差量に基づいて平滑化する。欠落画素復元部614は近似参照画像と平滑化された近似参照画像とに基づき参照画像を生成し、この参照画像に基づき欠落画素を復元する。加算平均部615は各領域ごとに復元された色信号を加算平均して出力部616へ転送する。

(作用) 色収差量に応じて色信号の出現頻度が調整された撮像装置から得られた入力信号の中から色収差量の少ない色信号を選択して構造モデルを適用して近似参照画像を生成し、一方、この近似参照画像を色収差量の多い色信号の色収差量に応じて平滑化し、平滑化された近傍参照画像に基づいて色収差量の多い色信号を変形し、上記近似参照画像と変形された色収差量の多い画像とを合成することで参照画像を求め、この参照画像から欠落画素の情報を復元する。

(効果) 色収差量の少ない色信号にはまず、構造モデルを直接適用し、色収差量の多い色信号には平滑化することで構造モデルを適用する。このため最終的にはすべての色信号を用いて参照画像が生成されることになり、高精度な欠落色の復元が可能になる。また、色収差のある安価なレンズ系を用いても欠落色を復元できるので装置全体のコストを低減することができる。

【0104】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、欠落す

る色信号を高精度に復元することができるようになる。

【0105】また、請求項2に記載の発明によれば、安価な光学レンズ系を使用した場合でも欠落する色信号を高精度に復元することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１実施形態に係る画像信号処理装置の機能ブロック図である。

【図2】図1に示す信号変形部の具体的構成を示す図である。

【図３】図１に示す入力部の具体的構成を示す図である。 10

【図 4】図 3 に示す CCD におけるフィルタ配置の具体的な構成を示す図である。

【図5】図1に示す構成の作用を説明するためのフローチャートである。

【図6】参照画像を生成する方法を説明するための図である。

【図7】カラーエッジモデルに基づいて欠落画素が復元される過程を示す図である。

【図 8】本発明の第 2 実施形態に係る画像信号処理装置 20 の機能ブロック図である。

【図9】図8に示す入力部の具体的構成の一例を示す図である。

【図10】図8に示す構成の作用を説明するためのフローチャートである。

【図 11】本発明の第 3 実施形態に係る画像信号処理装置の機能ブロック図である。

*【図12】図11に示す入力部におけるフィルタ配置の説明図である。

【図13】図11に示す構成の作用を説明するためのフローチャートである。

【図 14】本発明の第 4 実施形態に係る画像信号処理装置の機能ブロック図である。

【図15】図14に示す信号変形部の具体的構成を示す図である。

【図16】第4実施形態の単板式CCDにおけるフィルタ配置の具体的構成を示す図である。

【図17】図14に示す構成の作用を説明するためのフローチャートである。

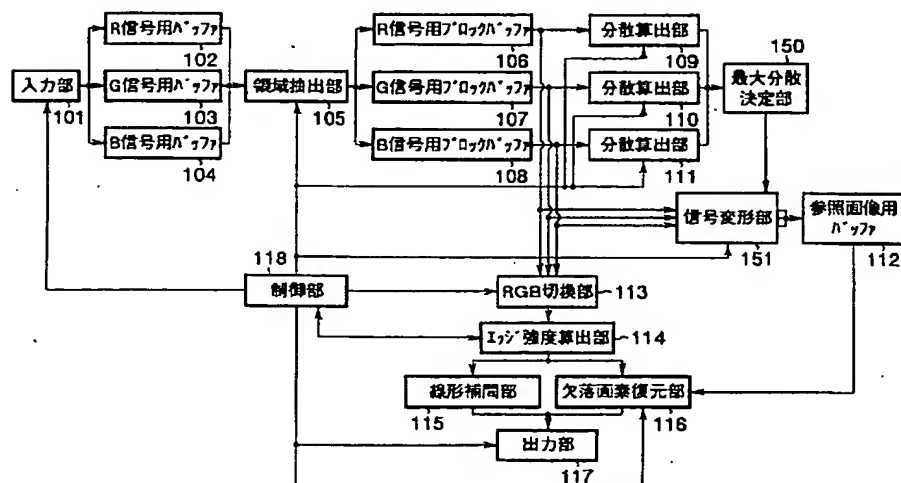
【図18】色収差の存在下においてカラーエッジモデルを用いて欠落画素を復元する方法を説明するための図である。

【図 19】単板式撮像素子のフィルタ配置の一例の説明図である。

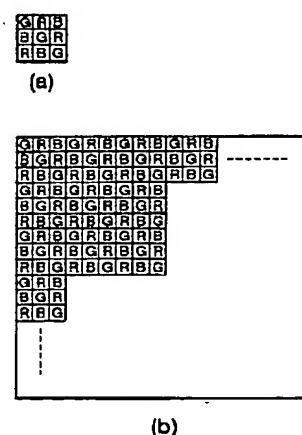
【符号の説明】

101…入力部、102…R信号用バッファ、103…
G信号用バッファ、104…B信号用バッファ、105
…領域抽出部、106…R信号用ブロックバッファ、1
07…G信号用ブロックバッファ、108…B信号用ブ
ロックバッファ、109、110、111…分散算出
部、112…参照画像用バッファ、113…RGB切換
部、114…エッジ強度算出部、115…線形補間部、
116…欠落画素復元部、117…出力部、150…最
大分散決定部、151…信号変形部。

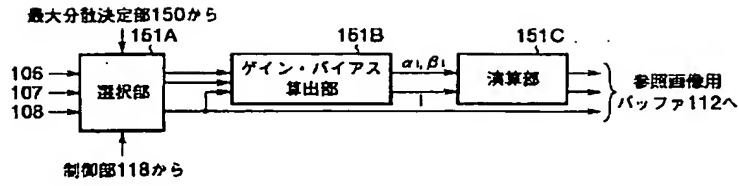
【图 1】



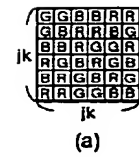
【图4】



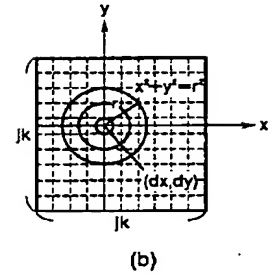
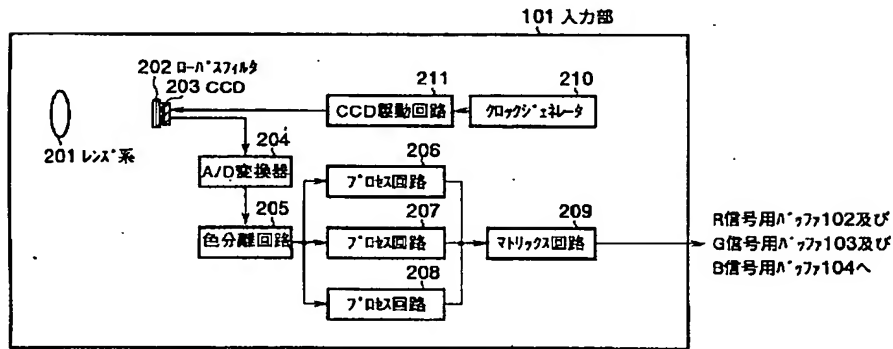
【図2】



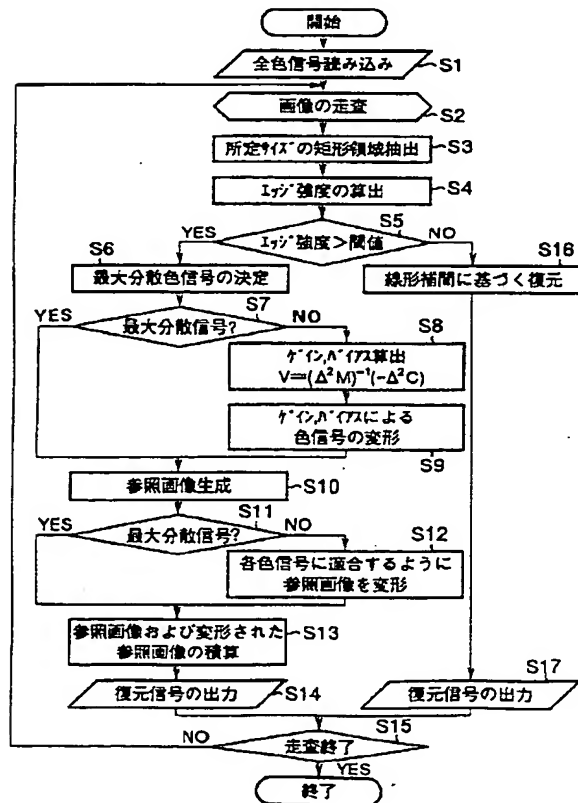
【図12】



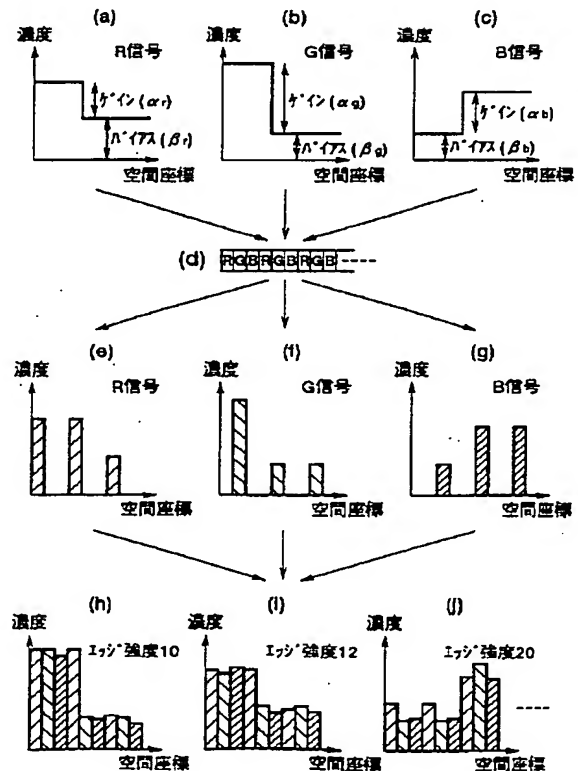
【図3】



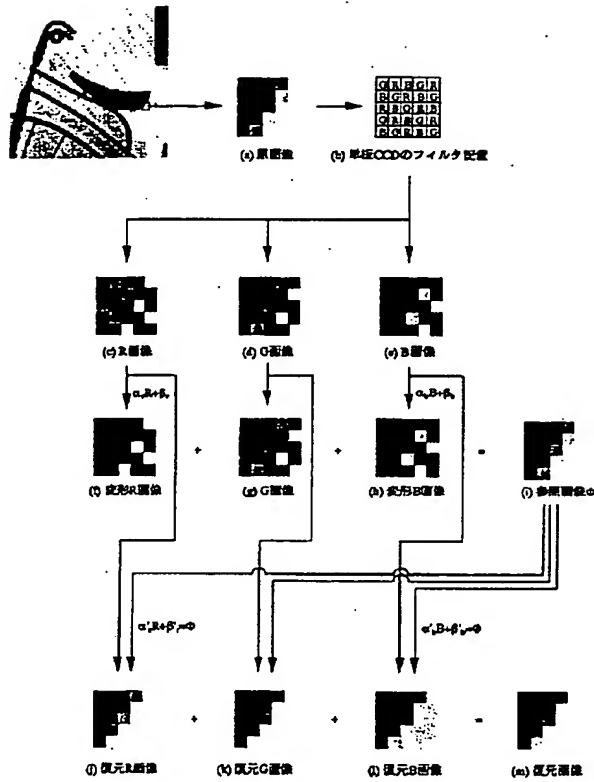
【図5】



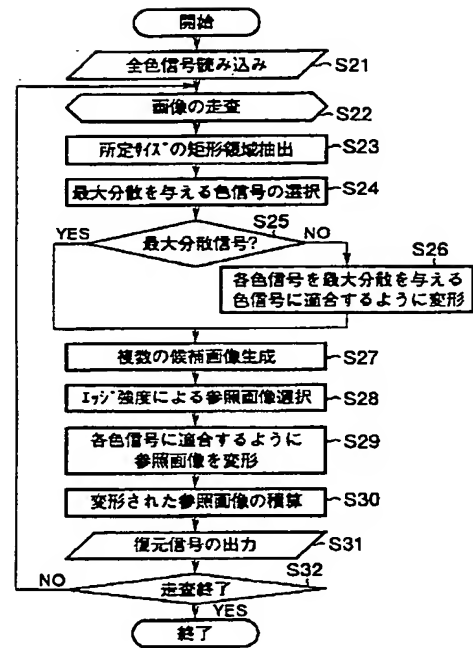
【図6】



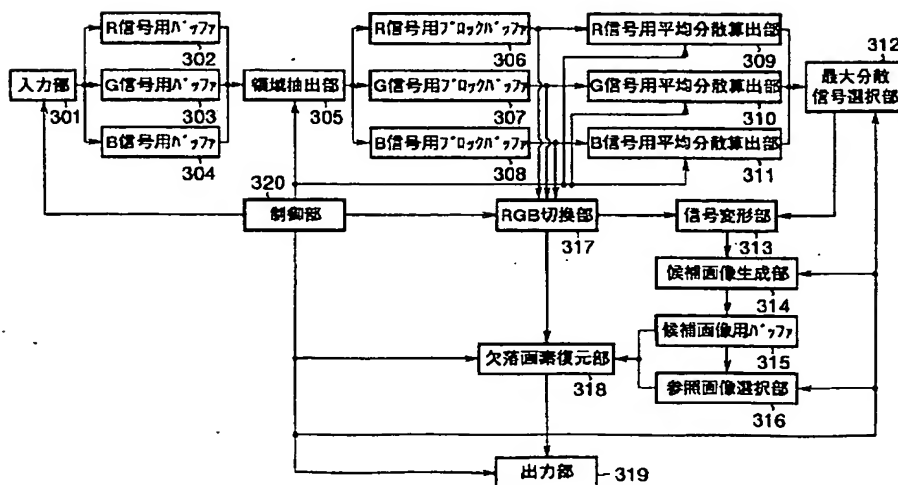
【図7】



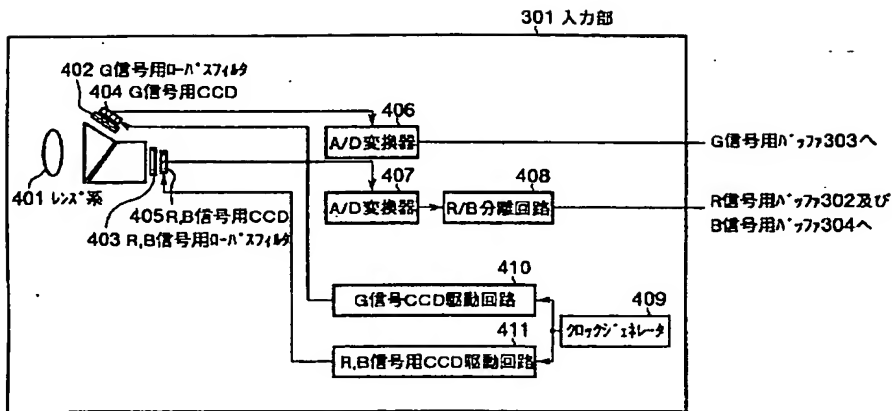
【図10】



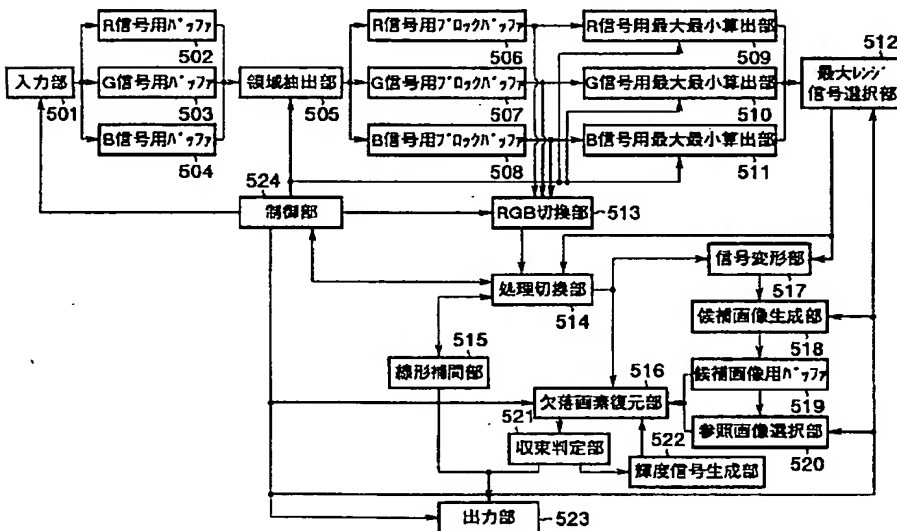
【図8】



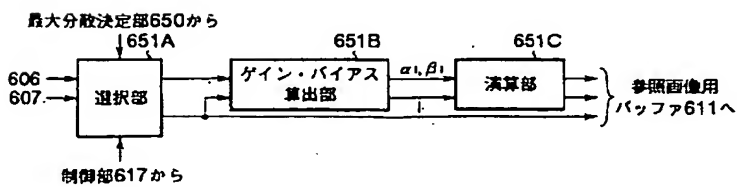
【図9】



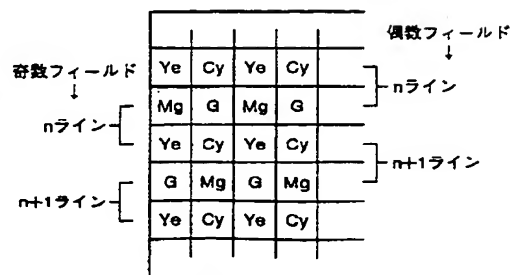
【図11】



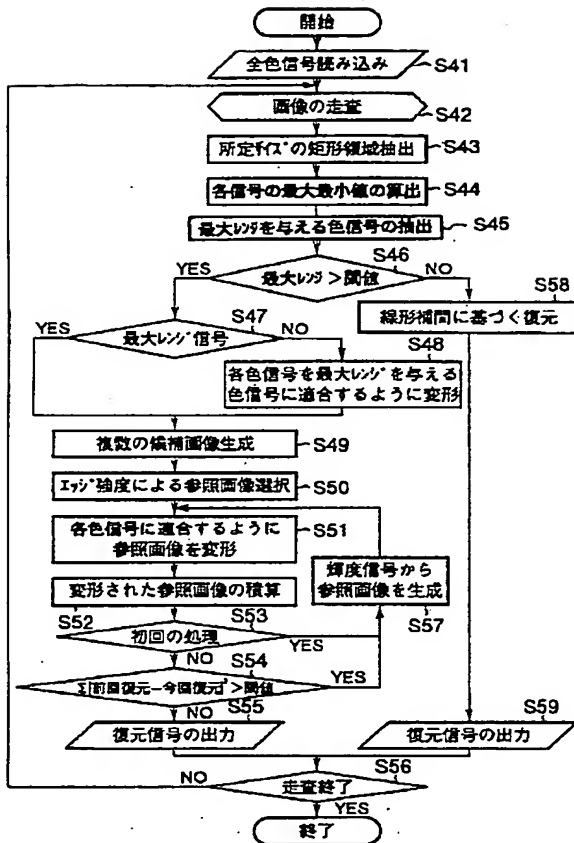
【図15】



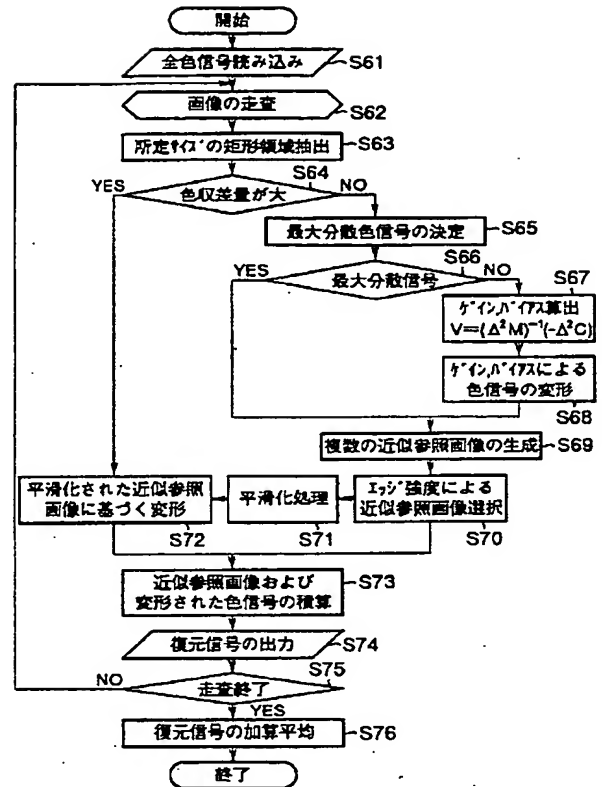
【図19】



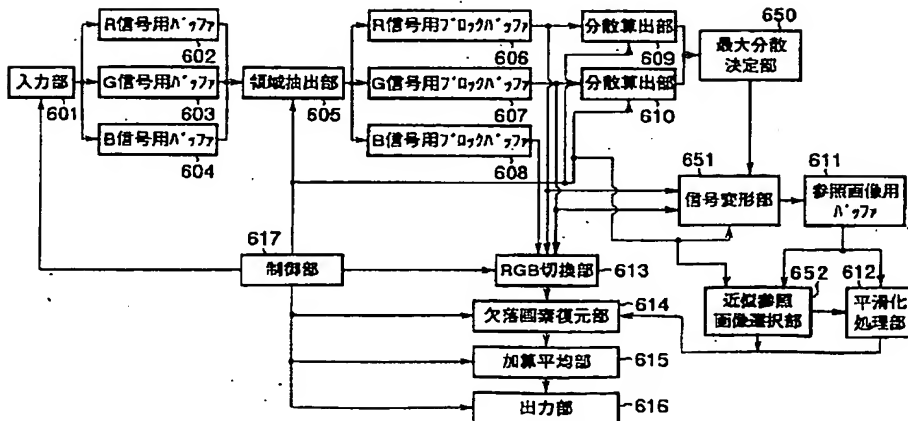
【図13】



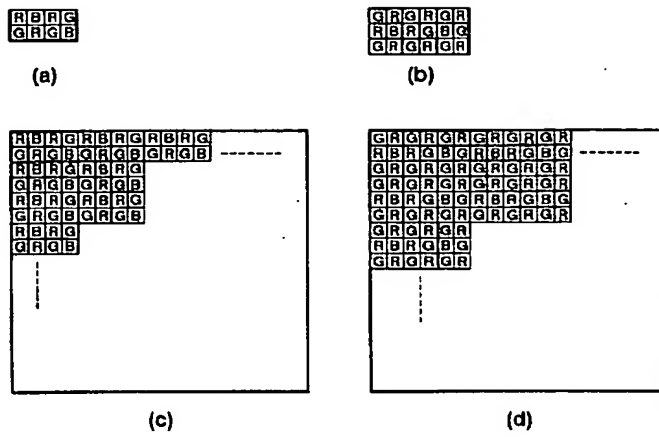
【図17】



【図14】



【図16】



【図18】

